

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 7 月 28 日 (28.07.2005)

PCT

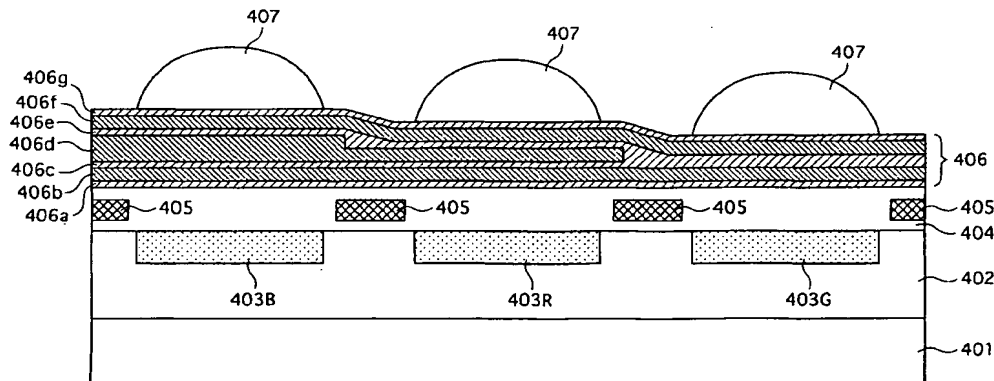
(10) 国際公開番号
WO 2005/069376 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 27/146
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/013700
- (22) 国際出願日: 2004 年 9 月 13 日 (13.09.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2004-008419 2004 年 1 月 15 日 (15.01.2004) JP
特願2004-189191 2004 年 6 月 28 日 (28.06.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真 1006 番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 稲葉 雄一 (INABA, Yuuichi). 笠野 真弘 (KASANO, Masahiro). 吉田 真治 (YOSHIDA, Shinji). 山口 琢己 (YAMAGUCHI, Takumi).
- (74) 代理人: 中島 司朗 (NAKAJIMA, Shiro); 〒5310072 大阪府大阪市北区豊崎 3 丁目 2 番 1 号淀川 5 番館 6F Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: SOLID STATE IMAGING DEVICE, PROCESS FOR FABRICATING SOLID STATE IMAGING DEVICE AND CAMERA EMPLOYING SAME

(54) 発明の名称: 固体撮像装置、固体撮像装置の製造方法及びこれを用いたカメラ



(57) Abstract: A solid state imaging device comprising two $\lambda/4$ multilayer films each consisting of a plurality of dielectric layers, and an insulator layer sandwiched by the $\lambda/4$ multilayer films wherein the insulator layer selectively transmits an incident light using a color filter having an optical film thickness other than $\lambda/4$. Since this constitution enables to employ a thin film color filter, the solid state imaging device can be reduced in size.

(57) 要約: 固体撮像装置において、それぞれ複数の誘電体層からなる 2 つの $\lambda/4$ 多層膜と、前記 $\lambda/4$ 多層膜に挟まれた絶縁体層とを備え、前記絶縁体層は $\lambda/4$ 以外の光学膜厚を有するカラーフィルタを用いて入射光を選択的に透過させる。これによって、カラーフィルタを薄膜化することができるので固体撮像装置を小型化することができる。

BEST AVAILABLE COPY

WO 2005/069376 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

固体撮像装置、固体撮像装置の製造方法及びこれを用いたカメラ

技術分野

- 5 本発明は、固体撮像装置、固体撮像装置の製造方法及びこれを用いたカメラに関し、特にカラー固体撮像装置の性能向上と小型化に関する。

背景技術

- 固体撮像装置はR(赤)、G(緑)、B(青)の各色に対応する受光素子が例えばベイヤ配列さ
10 れてなる撮像装置である。図1は、従来技術に係る固体撮像装置の構成を模式的に示す断面図である。図1に示されるように、固体撮像装置1はN型半導体層101、P型半導体層102、受光素子103R、103G、103B、絶縁層104、遮光膜105、カラーフィルタ106R、106G、106B及び集光レンズ107を備えている。

- P型半導体層102はN型半導体層101上に形成されている。また、受光素子103R等はP
15 型半導体層102に埋め込まれており、絶縁層104に接している。なお、受光素子103R等は互いにP型半導体層102の一部を分離領域として分離されている。遮光膜105は絶縁層104内に埋め込まれており、前記分離領域上に配設されている。

- カラーフィルタ106R等は微粒子顔料タイプのカラーフィルタであって、膜厚は1.5～2.0
20 μm 程度である。カラーフィルタ106R等に含まれている顔料粒子の直径は約0.1 μm 程度である。

カラーフィルタ106Rは絶縁層104上に受光素子103Rに対向するように配設されている。カラーフィルタ106G、106Bも同様にそれぞれ受光素子103G、103Bに対向するように絶縁層104上に配設されている。集光レンズ107等はカラーフィルタ106R等の上に配設されている。

- 25 さて、集光レンズ107を通過した光はカラーフィルタ106Gによって緑色光のみが濾波され受光素子103G上に集光される。この場合において、遮光膜105は、カラーフィルタ106Gを通過した緑色光が受光素子103R等に入射しないように遮光する。受光素子103R等は入射光の輝度を光電変換により電荷に変えて蓄える。

このような固体撮像装置は、例えば、

特開平5-6986号公報

や、

「固体撮像素子の基礎」日本理工出版会、安藤・菰淵著、映像情報メディア学会編、1999年12月発行、p.183-188。

5 に掲載されている。

発明の開示

しかしながら、固体撮像装置にはさまざまな方向から光が入射するため、斜めに入射した光(以下、「斜め光」という。)が本来受光されるべき受光素子とは異なる受光素子に受光され、

10 色分離機能や解像度、波長感度が低下し、雑音が増加するおそれがある。

また、固体撮像装置の解像度を高めるためには各画素を小型化しなければならないが、前記顔料粒子の微細化には限界があり、感度低下や色むらの発生が避けられない。

かかる課題を解決するために、本発明に係る固体撮像装置は、入射光を選択的に透過させる濾光手段を備えた固体撮像装置であって、前記濾光手段は、それぞれ複数の誘電体層

15 からなる2つの $\lambda/4$ 多層膜と、前記 $\lambda/4$ 多層膜に挟まれた絶縁体層とを備え、前記絶縁体層は $\lambda/4$ 以外の光学膜厚を有することを特徴とする。

このように、誘電体多層膜をもって濾光手段層とすれば、濾光手段の薄膜化が可能となり、斜めの入射光が隣接する画素に到達することを抑制するので、色分離機能が向上する。

また、本発明に係る固体撮像装置は、前記2つの $\lambda/4$ 多層膜は、前記絶縁体層の材料の
20 屈折率とは異なる屈折率を有する材料からなる2つの第1の誘電体層と、前記絶縁体層の材料の屈折率と略等しい屈折率を有する材料からなる2つの第2の誘電体層とを備え、前記絶縁体層はその2つの主面にて前記第1の誘電体層に接しており、前記第1の誘電体層の前記絶縁体層に接していない主面は前記第2の誘電体層に接していることを特徴とする。

また、本発明に係る固体撮像装置は、前記絶縁体層の光学膜厚は、前記濾光手段が透過
25 させる入射光の波長に応じて設定されていることを特徴とする。

このようにすれば、入射光の波長程度($\sim 500\text{nm}$)の層構成で色分離化できるので、濾光手段を薄膜化でき、斜め光による色分離機能の低下が極めて抑制される。

また、本発明に係る固体撮像装置は、前記絶縁体層はその主面に略垂直な貫通孔又は溝であって、前記第1の誘電体層の材料と同じ材料を埋め込まれた貫通孔又は溝を有し、平面
30 視したときの前記貫通孔又は溝部分の面積と前記貫通孔又は溝でない部分の面積との比に

応じた波長の光を透過させることを特徴とする。

この構成では、絶縁体層の屈折率分布をその主面に沿って変化させることによって、入射光の感じる実効的な屈折率を変化させ、波長選択性を実現する。従って、入射光波長程度（～500nm）の層構成で色分離化できるので、濾光手段を薄膜化でき、斜め光による色分離機能の低下が極めて抑制される。さらに、膜厚方向に厚みを変化させる必要がないので、作成工程の簡略化して、安定した色分離特性を実現できる。

また、本発明に係る固体撮像装置は、半導体基板内に2次元状に配列された複数の受光手段を備え、前記絶縁体層は個々の受光手段に対応する部分毎に、前記絶縁体層の辺縁がテーパー状となっていることを特徴とする。

- 10 このようにすれば、濾光手段に入射光を集光させることができるので、さらに混色を防止することができる。

また、本発明に係る固体撮像装置は、半導体基板内に2次元状に配列された複数の受光手段を備え、前記絶縁体層は、対向する受光手段に受光させるべき入射光の波長に応じて、当該受光手段に対向する部分の光学膜厚を異なり、光学膜厚が異なる部分間で光学膜

- 15 厚が連続的に変化していることを特徴とする。

このようにすれば、濾光手段の透過帯域特性を向上させることができる。

また、本発明に係る固体撮像装置は、半導体基板内に2次元状に配列された複数の受光手段を備え、1つの受光手段への入射光が通過すべき前記絶縁体層の領域は、相異なる膜厚を有する複数の部分を有することを特徴とする。

- 20 このように同一画素内に2以上の相異なる膜厚を形成することによって、当該受光手段へ入射する光の帯域幅を広げることができるので、色毎の波長感度を向上させることができる。

また、本発明に係る固体撮像装置は、前記 $\lambda/4$ 多層膜が反射する光を吸収する吸収体が、前記 $\lambda/4$ 多層膜の当該光が反射される側に配設されていることを特徴とする。更に、前記吸収体は、顔料タイプまたは染料タイプのカラーフィルタであることを特徴とする。このように

- 25 すれば、前記誘電体多層膜にて反射される光に起因するノイズの発生を抑制できる。

また、本発明に係るカメラは、入射光を選択的に透過させる濾光手段を備えた固体撮像装置であって、前記濾光手段は、それぞれ複数の誘電体層からなる2つの $\lambda/4$ 多層膜と、前記 $\lambda/4$ 多層膜に挟まれた絶縁体層とからなり、前記絶縁体層は $\lambda/4$ 以外の光学膜厚を有する固体撮像装置を備えることを特徴とする。このようにすれば、混色が抑制された良好な特

- 30 性を有するカメラを提供できる。

また、本発明に係る固体撮像装置の製造方法は、入射光を選択的に透過させる濾光手段を備えた固体撮像装置の製造方法であって、複数の誘電体層からなる第1の $\lambda/4$ 多層膜を半導体基板上に形成する第1の形成工程と、前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上に第1の絶縁体層を形成する第2の形成工程と、前記第1の絶縁体層を第1の領域を残して除去する第1の除去工程と、前記第1の $\lambda/4$ 多層膜及び前記第1の絶縁体層上に第2の絶縁体層を形成する第3の形成工程と、前記第2の絶縁体層であって、前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上に形成された部分のうちの第2の領域を除去する第2の除去工程と、前記第2の絶縁体層及び前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上に、複数の誘電体層からなる第2の $\lambda/4$ 多層膜を形成する第4の形成工程とによって前記濾光手段を形成することを特徴とする。

- 10 誘電体多層膜フィルタを用いた固体撮像装置において、理想的な波長分離を実現するためにはnmオーダーでの膜厚制御が必要不可欠である。そこで、条件を最適化した本構成の成膜プロセスを用いることで、ウェハ面内での膜厚分布の均一性を $\pm 2\%$ 以内に制御することが可能である。

また、本発明に係る固体撮像装置の製造方法は、入射光を選択的に透過させる濾光手段を備えた固体撮像装置の製造方法であって、複数の誘電体層からなる第1の $\lambda/4$ 多層膜を半導体基板上に形成する第1の形成工程と、リフトオフ法を用いて、前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上の第1の領域に第1の絶縁体層を形成する第2の形成工程と、リフトオフ法を用いて、前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上の前記第1の絶縁体層が形成されていない部分のうちの第2の領域に第2の絶縁体層を形成する第3の形成工程と、前記第1の絶縁体層、前記第2の絶縁体層及び前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上に、複数の誘電体層からなる第2の $\lambda/4$ 多層膜を形成する第4の形成工程とによって前記濾光手段を形成することを特徴とする。

フィルタ層における絶縁体膜の形成方法として、リフトオフ法を用いることによっても、同様に膜厚の制御性向上、面内ばらつき低減が可能となる。

また、本発明に係る固体撮像装置の製造方法は、入射光を選択的に透過させる濾光手段を備えた固体撮像装置の製造方法であって、複数の誘電体層からなる第1の $\lambda/4$ 多層膜を半導体基板上に形成する第1の形成工程と、前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上に第1の絶縁体層を形成する第2の形成工程と、前記第1の絶縁体層を第1の領域を残して除去する第1の除去工程と、リフトオフ法を用いて、前記第1の絶縁体層上の第2の領域と前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上の前記第1の絶縁体層が形成されていない領域に第2の絶縁体層を形成する第3の形成工程と、前記第1の絶縁体層及び前記第2の絶縁体層上に、複数の誘電体層からなる第2の

$\lambda/4$ 多層膜を形成する第4の形成工程とによって前記濾光手段を形成することを特徴とする。

絶縁体膜の形成プロセスにおいて3種類の膜厚を作製する際に、3種類の膜厚を設けるためには、3回の成膜が必要であるが、本発明では、エッチングおよびリフトオフ法を組み合わせることで、2回の成膜プロセスで、3種類の膜厚を設けることができる。従って、フィルタ形成プロセスが簡略化されるので、工期を短縮し、製造コストを削減できる。

また、本発明に係る固体撮像装置の製造方法は、入射光を選択的に透過させる濾光手段を備えた固体撮像装置の製造方法であって、複数の誘電体層からなる第1の $\lambda/4$ 多層膜を半導体基板上に形成する第1の形成工程と、前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上に第1の絶縁体層を形成する第2の形成工程と、前記第1の絶縁体層を第1の領域を残して除去する第1の除去工程と、前記第1の $\lambda/4$ 多層膜及び前記第1の絶縁体層上に、前記第1の絶縁体層の材料と異なる材料で第2の絶縁体層を形成する第3の形成工程と、前記第1の絶縁体層上の第2の領域上に形成された第2の絶縁体層を残して第2の絶縁体層を除去する第2の除去工程と、前記第1の絶縁体層、前記第2の絶縁体層及び前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上に、複数の誘電体層からなる第2の $\lambda/4$ 多層膜を形成する第4の形成工程とによって前記濾光手段を形成することを特徴とする。

絶縁体膜の形成プロセスにおいて3種類の膜厚を作製する際に、3種類の膜厚を設けるためには、3回の成膜が必要であるが、本発明では、それぞれ異なる材料の絶縁体膜を用いて選択エッチングを行うことで、2回の成膜プロセスで、3種類の膜厚を設けることができる。よって、フィルタ形成プロセスが簡略化できるので、工期を短縮し、製造コストを削減できる。

また、本発明に係る固体撮像装置の製造方法は、半導体基板内に2次元状に配列された複数の受光手段と、入射光を選択的に透過させる濾光手段とを備え、当該濾光手段は複数の誘電体層からなる2つの $\lambda/4$ 多層膜にて絶縁体層を挟んでなる固体撮像装置の製造方法であって、個々の受光手段に対向する絶縁体層の中央部分にレジストを形成する形成工程と、エッチングによって、前記絶縁体層の前記レジストに覆われた部分の辺縁をテーパ形状とする整形工程とを含むことを特徴とする。

また、前記形成工程は、前記レジストの辺縁がテーパ形状となるように前記レジストを形成することを特徴とする。更に、前記形成工程は、露光量を変化させることによって前記レジストの辺縁をテーパ形状とすることを特徴とする。

また、本発明に係る固体撮像装置は、半導体基板内に2次元状に配列された複数の受光手

段を備え、前記絶縁体層は、対向する受光手段が受光すべき光の波長に応じて、その絶縁体層の有無、その絶縁体層の膜厚及び材料の何れか、又はその組み合わせが異なることを特徴とする。このようにすれば、対応する受光手段上に絶縁体層の有無又は膜厚や材料の相異なる絶縁体層が設けられた誘電体多層膜によって色分離化を可能とすることができる。

- 5 また、本発明に係る固体撮像装置は、半導体基板内に2次元状に配列された複数の受光手段と、対応する受光手段に応じて異なる波長の入射光を透過させる濾光手段とを備え、前記2つの $\lambda/4$ 多層膜は前記絶縁体層を中心として対称な層構造を有することを特徴とする。

また、本発明に係る固体撮像装置は、入射光を選択的に透過させる濾光手段と、当該濾光手段が透過させた光を受光する受光手段とを備えた固体撮像装置であって、前記濾光手段

- 10 は複数の誘電体層からなる $\lambda/4$ 多層膜を備え、当該 $\lambda/4$ 多層膜を構成する誘電体層のうち、前記受光手段からもっとも遠い誘電体層は低屈折率層であることを特徴とする。このようにすれば、濾光手段に入射する光が反射されるのを防いで、高画質の撮像を実現することができる。

また、本発明に係る固体撮像装置は、入射光を選択的に透過させる濾光手段を備えた固体

- 15 撮像装置であって、前記濾光手段は、複数の誘電体層からなる $\lambda/4$ 多層膜を備え、前記 $\lambda/4$ 多層膜のいずれか一方の主面、または前記 $\lambda/4$ 多層膜を構成する何れか一組の誘電体層の間に保護層が配設されていることを特徴とする。また、前記保護層は、窒化シリコンからなることを特徴とする。このようにすれば、固体撮像装置の信頼性や耐湿性を向上させることができる。

- 20 また、本発明に係る固体撮像装置は、半導体基板内に2次元状に配列された複数の受光手段と、入射光を集光する集光手段と、受光手段ごとに対応する波長の入射光を透過させる濾光手段とを備え、前記濾光手段の前記受光手段とは反対側の主面が平坦になっていることを特徴とする。

このようにすれば、何れの集光手段と対応する受光手段との組についても集光手段と受光

- 25 手段との距離を同じくできるので、受光手段に入射すべき光の波長に関わらず、焦点距離の同じ集光手段を使用することができる。従って、固体撮像装置の部品の種類を低減して、その製造を容易にし、かつ、製造コストを削減することができる。

また、本発明に係る固体撮像装置は、半導体基板内に2次元状に配列された複数の受光手段と、入射光を選択的に透過させる濾光手段とを備えた固体撮像装置であって、前記濾光手段

- 30 段は複数の誘電体層からなる $\lambda/4$ 多層膜を備え、当該 $\lambda/4$ 多層膜を構成する高屈折率

層のうち最も受光手段に近い高屈折率層から受光手段までの距離が、1nm以上で λ 以下の範囲内にあることを特徴とする。このような構成によれば、カラーフィルタと受光素子とが隣接しているので、更に確実に斜め光による混色を防止することができる。

- また、本発明に係る固体撮像装置は、入射光を選択的に透過させる濾光手段を備え、単位
- 5 画素が二次元状に複数配列されてなる固体撮像装置であって、前記単位画素はそれぞれ、入射光の強度を検出する受光手段と、複数の誘電体層からなる $\lambda/4$ 多層膜であって、赤色光、緑色光又は青色光の何れかを透過させる $\lambda/4$ 多層膜からなる濾光手段とを備え、前記単位画素は、前記濾光手段が透過させる光色に応じてベイア配列され、隣接する4つの単位画素からなる正方領域には何れも、青色光を透過させる濾光手段を備えた単位画素が2つ含
- 10 まれることを特徴とする。

誘電体多層膜における青色光の透過特性は他色の光の透過特性と比較して半値幅が狭い。これに対して、上記配列を採れば、青色光を検出する帯域幅を拡大して、固体撮像装置の感度を改善することができる。

- 本発明に係る固体撮像装置の製造方法は、光電変換手段上に形成する入射光を波長分離
- 15 化する誘電体多層膜の製造工程において、色分離機能を実現するために行う、部分的な絶縁体層の膜厚を変化させる手法において、一度形成した膜をドライエッチングやウェットエッチングによって変化させるのではなく、膜を形成させることによって結果的に膜厚変化を生じさせる成膜プロセスで行うことにより、膜厚の制御性向上、面内ばらつきの低減が実現可能となる。
- 20 本発明に係る固体撮像装置は、光電変換手段上に入射光を波長分離する誘電体多層膜を設け、その多層膜層のうち、一部の誘電体層の膜厚のみを変化させることで色分離化を可能とすることができる。入射光の波長程度(～500nm)の層構成で色分離化が実現可能となるので、薄膜化が可能となり、斜め光による色分離機能の低下が極めて抑制できる。

25 図面の簡単な説明

図1は、従来技術に係る固体撮像装置の構成を示す断面図である。

図2は、本発明の第1の実施の形態に係る固体撮像装置の構成を示す平面図である。

図3は、本発明の第2の実施の形態に係る固体撮像装置の構成を示す断面図である。

図4は、本発明の第2の実施の形態に係るカラーフィルタの製造方法を示す断面図である。

- 30 図5は、本発明の第3の実施の形態に係るカラーフィルタの製造方法を示す断面図である。

図6は、本発明の第4の実施の形態に係るカラーフィルタの製造方法を示す断面図である。

図7は、本発明の第5の実施の形態に係るカラーフィルタの製造方法を示す断面図である。

図8は、本発明の第2の実施の形態に係るカラーフィルタの透過特性を示すグラフである。

図9は、本発明の第2の実施の形態に係るカラーフィルタのスペーサ層の光学膜厚が設計

5 値からずれた場合の透過特性を示すグラフである。

図10は、本発明の第6の実施の形態に係るカラーフィルタの製造方法を示す断面図である。

図11は、本発明の第6の実施の形態に係るカラーフィルタの分光特性を示すグラフである。

10 図12は、スペーサ層の有無に応じて異なる誘電体多層膜の透過特性を示すグラフである。

図13は、本発明の第7の実施の形態に係るカラーフィルタの製造方法を示す断面図である。

図14は、本発明の第8の実施の形態に係るカラーフィルタの第1の製造方法を示す断面図である。

15 図15は、本発明の第8の実施の形態に係るカラーフィルタの第2の製造方法を示す断面図である。

図16は、本発明の第9の実施の形態に係るカラーフィルタの製造方法を示す断面図である。

20 図17は、本発明の第10の実施の形態に係るカラーフィルタの製造方法を示す断面図である。

図18は、本発明の第11の実施の形態に係るカラーフィルタの製造方法を示す断面図である。

図19は、本発明の変形例(1)に係るカラーフィルタの製造方法を示す断面図である。

図20は、本発明の変形例(1)に係るカラーフィルタの透過特性を示すグラフである。

25 図21は、本発明の変形例(2)に係るカラーフィルタの構成を示す断面図である。

図22は、本発明の変形例(2)に係るカラーフィルタの透過特性を示すグラフである。

図23は、本発明の変形例(3)に係るカラーフィルタの構成を示す断面図である。

図24は、本発明の変形例(3)に係るカラーフィルタの透過特性を示すグラフである。

図25は、本発明の変形例(4)に係る固体撮像装置の構成を示す断面図である。

30 図26は、本発明の変形例(4)に係るカラーフィルタの透過特性を示すグラフである。

図27は、本発明の変形例(5)に係るカラーフィルタの透過特性を示すグラフである。

図28は、本発明の変形例(6)に係るカラーフィルタの配列を示すグラフである。

図29は、可視光に対して極めて透明性の高い低屈折率材料と高屈折率材料を交互に積層させた多層膜構造を示す断面図である。

5 図30は、 $\lambda/4$ 多層膜の透過率特性(シミュレーション値)を例示するグラフである。

発明を実施するための最良の形態

本発明に係る固体撮像装置、固体撮像装置の製造方法及びカメラの実施の形態について図面を参照しながら説明する。

10 [1] 第1の実施の形態

本実施の形態に係る固体撮像装置は従来技術に係る固体撮像装置と概ね同様の断面構造(図1を参照。)を備える一方、カラーフィルタの構成に特徴を有している。

図2は、本実施の形態に係る固体撮像装置の構成を示す平面図である。図2に示されるように、本実施の形態に係る固体撮像装置2は受光手段となる単位画素(網掛け部分)が2次元
15 状に配列されており、各行が垂直シフトレジスタにより選択され、その行信号が水平シフトレジスタにより選択されて画素毎のカラー信号が出力アンプ(図示省略)から出力される。駆動回路は垂直シフトレジスタ、水平シフトレジスタ、出力アンプを動作させる。

本実施の形態に係るカラーフィルタは酸化シリコン層(SiO_2)等の低屈折率を有する材料と窒化シリコン層(Si_3N_4)等の高屈折率を有する材料とが交互に積層された誘電体多層膜とな
20 っている。言うまでもなく、固体撮像装置の積層方向と誘電体多層膜の積層方向とは一致する。また、誘電体多層膜を構成する各層は一層を除いて何れも略同一の光学膜厚を有する。光学膜厚とはその層の材料の屈折率 n にその層の膜厚 d を乗じた値 nd をいう。

このようにすれば、カラーフィルタの厚みを低減することができるので、受光素子と遮光膜との距離を小さくすることができる。したがって、本実施の形態によれば斜め光による混色の防
25 止を更に確かなものとすることができる。

また、マイクロレンズの集光率を向上させるためには集光角度を大きくする必要があるが、このような場合でも混色を防止することができるので、同時に固体撮像装置の感度を高めることができる。

[2] 第2の実施の形態

30 次に、本発明に係る固体撮像装置の第2の実施の形態について説明する。本実施の形態

に係る固体撮像装置は上記第1の実施の形態に係る固体撮像装置と概ね同様の構成を備える一方、誘電体多層膜の構成において相違している。

図3は、本実施の形態に係る固体撮像装置の構成を示す断面図である。図3に示されるように、固体撮像装置4はN型半導体基板401、P型半導体層402、受光素子403R～403B、
5 絶縁層404、遮光膜405、カラーフィルタ406及びマイクロレンズ407を備えている。

固体撮像装置4はN型半導体層401上に順にP型半導体層402、受光素子403R等、光透過性の絶縁層404、遮光膜405、カラーフィルタ406及びマイクロレンズ407が積層されて成っている。

本実施の形態に係るカラーフィルタ406の特徴は二酸化チタン層(TiO_2) 406a、406c、406e、406gと二酸化シリコン層(SiO_2) 406b、406d、406fとが交互に積層された誘電体多層膜となっている点である。
10

図4は、カラーフィルタ406の製造工程を示す図である。尚、カラーフィルタ406の製造工程に関与しない遮光膜405や受光素子403R等は図示を省略されている。先ず、図4(a)に示されるように、絶縁層404上に二酸化チタン層406a、二酸化シリコン層406b、二酸化チタン層406c、二酸化シリコン層406dを順次形成する。これらの層は高周波(RF)スパッタ装置を用いて形成される。
15

本実施の形態においては、カラーフィルタ406は $\lambda/4$ 多層膜構造を備えており、設定中心波長 λ は530nmである。二酸化チタン層406a、406c、二酸化シリコン層406bの光学膜厚は $\lambda/4=132.5\text{nm}$ である。また、二酸化シリコン層406dの光学膜厚は150nmである。
20 次に、図4(b)に示されるように、二酸化シリコン層406d上の青色領域にレジスト50を形成する。すなわち、二酸化シリコン層406d上にレジストを塗布し、熱処理(プリベーク)し、ステッパ等の露光装置を用いて露光し、有機溶剤等でレジスト現像した後、再び熱処理(ポストベーク)することによってレジスト50が形成される。レジスト50の厚みは $1\mu\text{m}$ である。なお、青色領域とは受光素子403Bにて青色光を検出するためのカラーフィルタが形成されるべき領域である。
25

次に、二酸化シリコン層406dのレジスト50に覆われていない部分をエッチングプロセスによって除去する。すなわち、CF系のガスを用いてドライエッチングを行う。エッチング条件はエッチングガス CF_4 、ガス流量40sccm、RFパワー200W、真空度0.050Torrである。

尚、二酸化シリコンと二酸化チタンとのフッ化水素酸に対する選択比が大きいため、フッ化水素酸等を用いたウェットエッチングプロセスを用いても良い。この場合には、フッ化水素酸
30

とフッ化アンモニウム溶液とを1対4の割合で混合したフッ化水素酸に5秒間浸してエッチングすれば、図4(b)の状態に加工される。

次に、図4(c)に示されるように、有機溶剤等を用いてレジスト50を除去したのち、高周波スパッタ装置を用いて二酸化シリコン層を形成する。新たに形成する二酸化シリコン層の光学膜厚は45nmである。従って、青色領域における二酸化シリコン層406dの厚みは195nmとなり、青色領域以外では45nmとなる。

次に、図4(d)に示されるように、二酸化シリコン層406dの青色及び赤色領域上にレジスト51を形成し、エッチングプロセスを用いて二酸化シリコン層406dの他の部分を除去する。その後、レジスト51を除去する。ここで、赤色領域とは受光素子403Rにて赤色光を検出するためのカラーフィルタが形成されるべき領域である。

次に、図4(e)に示されるように、高周波スパッタ装置を用いて、青色、赤色、緑色の全領域上に二酸化チタン層406e、二酸化シリコン層406f及び二酸化チタン層406gを順次形成する。二酸化チタン層406e、406g及び二酸化シリコン層406fの光学膜厚は $\lambda/4$ である。

このようにすれば、本実施の形態に係るカラーフィルタ406を製造することができる。また、上記の製造方法によれば、層毎の膜厚のばらつきを $\pm 2\%$ 以内に収めることができるので、カラーフィルタ406による色分離の精度を向上させることができる。

[3] 第3の実施の形態

次に、本発明に係る固体撮像装置の第3の実施の形態について説明する。本実施の形態に係る固体撮像装置は前記第2の実施の形態に係る固体撮像装置と同様の構成を備える一方、カラーフィルタの製造方法において相違している。以下、カラーフィルタの製造方法に着目して本実施の形態を説明する。

図5は、本実施の形態に係るカラーフィルタの製造工程を示す図である。図5でも図4と同様に遮光膜等の図示が省略されている。

まず、図5(a)に示されるように、絶縁層604上に二酸化チタン層606a、二酸化シリコン層606b、二酸化チタン層606cを順次形成し $\lambda/4$ 多層膜構造とする。更に、上記第2の実施の形態と同様にして、二酸化チタン層606cの赤色及び緑色領域上に $2.5\mu\text{m}$ 厚のレジスト60を形成する。

次に、図5(b)に示されるように、高周波スパッタ装置を用いて青色、赤色、緑色の全ての領域上に二酸化シリコン層606dを形成する。二酸化シリコン層606dの光学膜厚は195nmである。

次に、図5(c)に示されるように、有機溶剤等でレジスト60を除去する。これによってレジスト60上に形成された二酸化シリコン層、即ち赤色及び緑色領域上に形成された部分が除去され(リフトオフ法)、青色領域上の二酸化シリコン層606dが残される。

次に、図5(d)に示されるように、青色及び緑色領域にレジスト61が形成される。

- 5 次に、図5(e)に示されるように、青色、赤色及び緑色の全ての領域上に二酸化シリコン層が形成される。新たに形成される二酸化シリコン層の光学膜厚は45nmである。

次に、図5(f)に示されるように、レジスト61を除去することによってレジスト61上の二酸化シリコン層、即ち青色及び緑色領域上に形成された部分が除去され、赤色領域上の二酸化シリコン層が残される。

- 10 最後に、図5(g)に示されるように、全ての領域上に二酸化チタン層606e、二酸化シリコン層606f、二酸化チタン層606gが順次形成される。

以上述べたように、本実施の形態に係る製造方法を用いても、上記第2の実施の形態に係る固体撮像装置を製造することができる。また、上記第2の実施の形態にて説明した製造方法と同様に、層毎の膜厚のばらつきを±2%以内に抑えて、精度良く固体撮像装置を製造す

- 15 ることができる。

[4] 第4の実施の形態

次に、本発明の第4の実施の形態に係る固体撮像装置について説明する。上記第3の実施の形態と同様に本実施の形態もカラーフィルタの製造方法の特徴としており、製造される固体撮像装置は上記第2の実施の形態に係る固体撮像装置と概ね同様である。一方、本実施の

20 形態に係る固体撮像装置は上記第2の実施の形態に係る固体撮像装置と赤色領域と青色領域との間で異なった光学膜厚を有する二酸化シリコン層が緑色領域にまで光学膜厚を変えながら延長されている点で相違している。

- 図6は、本実施の形態に係るカラーフィルタの製造方法を示す図である。先ず、図6(a)に示されるように、絶縁層704上に二酸化チタン層706a、二酸化シリコン層706b、二酸化チ
- 25 ン層706c、二酸化シリコン層706dを順次形成する。二酸化チタン層706a、706c、二酸化シリコン層706bの光学膜厚は $\lambda/4$ 、二酸化シリコン層706dの光学膜厚は195nmである。

次に、図6(b)に示されるように、二酸化シリコン層706dの緑色及び青色領域上にレジスト70を形成し、エッチングプロセスを用いて二酸化シリコン層706dの赤色領域部分を除去する。

- この場合において、CF系のガスを用いてドライエッチングを行うとしても良いし、フッ化水素
- 30 酸を用いてウェットエッチングを行うとしても良い。

次に、図6(c)に示されるように、有機溶剤等を用いてレジスト70を除去し、二酸化シリコン層706dの青色領域上にレジスト71を形成する。

次に、図6(d)に示されるように、高周波スパッタ装置を用いて全ての領域上に光学膜厚55nmの二酸化シリコン層を形成する。

- 5 次に、図6(e)に示されるように、有機溶剤等でレジスト71を除去すると、レジスト71上の二酸化シリコン層も除去される(リフトオフ法)。これによって、二酸化シリコン層706dの緑色領域の光学膜厚が250nm、青色領域の光学膜厚が195nm、赤色領域の光学膜厚が55nmとなる。

- 次に、二酸化シリコン層706d上に、二酸化チタン層706e、二酸化シリコン層706f及び二酸化チタン層706gが順次形成されて、本実施の形態に係るカラーフィルタが完成する。

本実施の形態に係るカラーフィルタのように、二酸化シリコン層706dの厚みが3種類に変化する場合は、3種類を個別に形成するのが一般的である。これに対して、本実施の形態に係る製造方法では、エッチング法とリフトオフ法とを用いて、2回の成膜で3種類の光学膜厚(195nm、55nm、250nm)の二酸化シリコン層を形成できるので、工期(TAT:turnaround

- 15 time)を短縮できると共に、製造コストを低減することができる。

[5] 第5の実施の形態

次に、本発明の第5の実施の形態に係る固体撮像装置について説明する。本実施の形態に係る固体撮像装置は前記第2の実施の形態に係る固体撮像装置と概ね同様の構成を備える一方、カラーフィルタの構成において相違している。

- 20 すなわち、前記第2の実施の形態に係る固体撮像装置のカラーフィルタは二酸化シリコン層と二酸化チタン層とを交互に積層した構成となっているのに対して、本実施の形態に係る固体撮像装置のカラーフィルタは透過させる光の波長に応じて酸化マグネシウム層が加わえられている。以下、カラーフィルタの製造方法に着目して本実施の形態を説明する。

- 図7は本実施の形態に係るカラーフィルタの製造方法を示す図である。まず、図7(a)に示されるように、絶縁層804上に二酸化チタン層806a、二酸化シリコン層806b、二酸化チタン層806c、二酸化シリコン層806dを順次形成する。二酸化チタン層806a、806c、二酸化シリコン層806bの光学膜厚は $\lambda/4$ 、二酸化シリコン層806dの光学膜厚は195nmである。

- 次に、図7(b)に示されるように、二酸化シリコン層806d上にレジスト80を形成し、レジスト80の赤色領域を除去する。そして、エッチングプロセスを用いて二酸化シリコン層806dの赤色領域を除去する。

次に、図7(c)に示されるように、高周波スパッタ装置を用いて全ての領域に光学膜厚55nmの酸化マグネシウム(MgO)層81を形成する。

次に、図7(d)に示されるように、緑色及び赤色領域にレジスト82を形成し、酸化マグネシウム層81の青色領域部分を除去する。酸化マグネシウム層も、二酸化シリコン層706dと同様に、CF系のガスを用いたドライエッチングや、フッ化水素酸を用いてウェットエッチングによって除去することができる。

その後、図7(e)に示されるようにレジスト82を除去し、図7(f)に示されるように、二酸化チタン層806e、二酸化シリコン層806f、二酸化チタン層806gを順次形成する。

このようにすれば、二酸化シリコン層806dと酸化マグネシウム層81とを合わせた光学膜厚10 が緑色領域で250nm、青色領域で195nm、赤色領域で55nmとなり、必要なフィルタ特性を実現することができる。

以上述べたように、本実施の形態においてはエッチングレートに選択比のある2種類の材料(二酸化シリコンと酸化マグネシウム)を用いて、選択的にエッチングを行うことによって、二酸化シリコン層806dと酸化マグネシウム層81とを1回ずつ形成するだけで3種類の光学膜15 厚を有する絶縁層を形成することができる。従って、固体撮像装置の工期を短縮できると共に製造コストを低減することができる。

[6] 性能評価

次に、上記第2の実施の形態に係るカラーフィルタの透過特性に関する評価結果を示す。なお、上記第3の実施の形態に係るカラーフィルタも同一の透過特性を示す。図8は、上記第20 2の実施の形態に係るカラーフィルタの透過特性を示すグラフである。図8に示されるように、カラーフィルタ406によれば入射光を精度良くRGBの各色に分離することができる。なお、評価結果は省くが第4及び第5の実施の形態に係るカラーフィルタによっても入射光を精度良くRGBの各色に分離することができる。

図9は、第2の実施の形態に係るカラーフィルタ406の二酸化シリコン層406d(以下、 $\lambda/4$ 25 4多層膜に挟まれた光学膜厚が $\lambda/4$ 出ない層を「スペーサ層」という。)の光学膜厚が設計値からずれた場合の透過特性を示すグラフであって、特に当該設計値からのずれが0nm及び ± 3 nmの場合が示されている。

図9に示されるように、スペーサ層の光学膜厚が3nm変化すると透過光のピーク波長が10nm程度変化する。即ち、スペーサ層の光学膜厚が3nmずれただけでも、RGBの色分離の30 精度低下が甚だしく実用に耐えない。このため、スペーサ層の形成に際しては光学膜厚を高

精度に制御しなければならない。

これに対して、本発明に係る製造方法によれば、スペーサ層を精度よく形成することができるので、スペーサ層の光学膜厚のばらつきに起因する波長選択特性の低下を抑えて、固体撮像装置の小型化に伴う感度低下や色むらを防止することができる。

- 5 また、従来は、受光素子等とカラーフィルタを別個に製造した後、これらを組み合わせて固体撮像装置としているが、本発明ではこれらを一連の半導体プロセスで製造するので、歩留まりを向上させると共に製造コストを低減することができる。

なお、スペーサ層の光学膜厚が適正であれば、カラーフィルタを構成する層数は7以上であつても7以下であつても良い。また、スペーサ層を挟んで一方の側に形成される膜数と他方

- 10 の側に形成される膜数とは、一致していても一致していなくても良い。

また、カラーフィルタ406を構成する各層の材料が上記二酸化チタン、二酸化シリコン、酸化マグネシウムに限定されないのは言うまでもなく、酸化タンタル(Ta_2O_5)、酸化ジルコニウム(ZrO_2)、一窒化珪素(SiN)、窒化珪素(Si_3N_4)、酸化アルミニウム(Al_2O_3)、弗化マグネシウム(MgF_2)、酸化ハフニウム(HfO_2)を用いても良い。

15 [7] 第6の実施の形態

次に、本発明の第6の実施の形態に係る固体撮像装置について説明する。本実施の形態に係る固体撮像装置は前記第4の実施の形態に係る固体撮像装置と同様の構成を備える一方、カラーフィルタの製造方法に特徴を有している。

- 図10は本実施の形態に係るカラーフィルタの製造方法を示す図である。図10(a)に示され
20 るように、絶縁層904上に二酸化チタン層906a、二酸化シリコン層906b、二酸化チタン層906c、二酸化シリコン層906d及び二酸化チタン層906eが高周波スパッタ装置を用いて順次積層される。二酸化チタン層906a、906c、二酸化シリコン層906b、906dは $\lambda/4$ 多層膜構造をなす。二酸化チタン層906eはスペーサ層である。

- 次に、図10(b)に示されるように、スペーサ層906e上にレジストパターン90を形成し、スペー
25 ーサ層906eの赤色領域をエッチングする。

次に、図10(c)に示されるように、レジストパターン90を除去した後、レジストパターン91を形成し、スペーサ層906eの緑色領域をエッチングする。

- 次に、図10(d)に示されるように、スペーサ層906e上に二酸化シリコン層906f、二酸化チタン層906g、二酸化シリコン層906h及び二酸化チタン層906iを形成して、カラーフィルタ
30 が完成する。カラーフィルタの膜厚は青色領域で622nm、赤色領域で562nm、緑色領域で

542nmである。

(1) 分光特性

次に、本実施の形態に係るカラーフィルタの分光特性について説明する。図11は本実施の形態に係るカラーフィルタの分光特性を示すグラフである。なお、当該分光特性は特性マ

- 5 トリックス法を用いて求めたものである。また、分光特性を求めるに当たって、二酸化チタン(高屈折率材料)の屈折率を2.5、二酸化シリコン(低屈折率材料)の屈折率を1.45とし、スペーサ層の光学膜厚と物理膜厚とのそれぞれを青色領域では200nmと80nm、赤色領域では50nmと20nm、緑色領域では0nmと0nmとした。緑色領域においてスペーサ層の物理膜厚が0nmであるとは、緑色領域には光学膜厚 $\lambda/2$ の二酸化シリコン層906d、906fが
- 10 スペーサ層となっていると言い換えても良い。

図11に示されるように、スペーサ層の膜厚を調整することによってスペーサ層を透過する光の波長を変化させることができる。

なお、上記二酸化チタンに代えて窒化シリコンや五酸化タンタル、二酸化ジルコニウム等を高屈折率材料に用いても良い。また、二酸化シリコン以外の材料を低屈折率材料に用いても

- 15 良い。

(2) 透過特性

次に、誘電体多層膜の透過特性について説明する。図12は、スペーサ層の有無に応じて異なる誘電体多層膜の透過特性を示すグラフである。なお、図12に示される透過特性はフレネル計数を用いたマトリックス法を用いて求めたものであり、ペア数を10、設定波長を550nmとし、垂直入射光のみを求めた。各グラフの縦軸は透過率を表わし、横軸は誘電体多層膜に入射する光の波長を表わす。

窒化シリコンと二酸化シリコンからなる誘電体多層膜全体が $\lambda/4$ 多層膜となっている場合には、図12(a)に示されるように、前記設定波長を中心とする波長帯の光を反射する。なお、多層膜を構成する材料の屈折率差が大きいほど反射帯域幅が大きくなる。

- 25 一方、光学膜厚が $\lambda/4$ とは異なるスペーサ層の上下に $\lambda/4$ 多層膜がスペーサ層について対称となるように誘電体多層膜を形成した場合には、図12(b)に示すように、 $\lambda/4$ 多層膜の反射帯域のうち設定波長付近の光のみを透過させるカラーフィルタを得ることができる。なお、スペーサ層の膜厚を変化させれば透過ピーク波長を変化させることができる。

- 本実施の形態においてはかかる特性に着目して、誘電体多層膜をカラーフィルタに用いる
- 30 ので、カラーフィルタの厚みを入射光の波長程度(500nm程度)とすることができる。従って、

固体撮像装置を小型化することができると共に、斜め光による混色を効果的に防止することができる。

また、本実施の形態によれば、受光素子等と共に一連の半導体プロセスでカラーフィルタを形成することができるので、固体撮像装置の品質を安定させることができると共にその製造

5 コストを低減することができる。

[8] 第7の実施の形態

次に、本発明の第7の実施の形態について説明する。本実施の形態に係る固体撮像装置も上記実施の形態に係る固体撮像装置と概ね同様の構成を備える一方、カラーフィルタを構成するスペーサ層の構造において相違している。すなわち、上記実施の形態においては専

10 らスペーサ層の膜厚を変化させることによってカラーフィルタを透過する光の波長を決定したが、本実施の形態においてはスペーサ層の膜厚を変化させることなくスペーサ層を2種類の材料を用いて構成することによって透過波長を決定する。すなわち、本実施の形態においては、屈折率の異なる2つの材料を基板の主面に沿って交互に配置することによって透過波長が調整される。

15 図13は本実施の形態に係るカラーフィルタの製造方法を示す図である。先ず、図13(a)に示されるように、絶縁層1004上に二酸化チタン層1006a、二酸化シリコン層1006b、二酸化チタン層1006c、二酸化シリコン層1006d及び二酸化チタン層1006eを形成する。当該二酸化チタン層1006eがスペーサ層である。

次に、図13(b)に示されるように、二酸化チタン層1006e上にレジストパターン1000を形
20 成する。

次に、レジストパターン1000を用いて二酸化チタン層1006eをエッチングする。これによって、二酸化チタン層1006eの赤色領域に二酸化チタン層1006eの主面に沿って並行する複数の貫通孔又は溝が刻まれる。当該赤色領域におけるエッチング領域(溝部)と非エッチング領域とを平面視した際の面積比は4:1となっている。従って、二酸化チタン層1006eの

25 赤色領域における屈折率は次式で与えられる。

$$((\text{二酸化シリコンの屈折率}) \times 4/5) + ((\text{二酸化チタンの屈折率}) \times 1/5)$$

また、二酸化チタン層1006eの緑色領域はエッチングによって完全に除去される。

次に、二酸化チタン層1006e上及び二酸化チタン層が除去されて露出した二酸化シリコン層1006d上に二酸化シリコン層1006f、二酸化チタン層1006g、二酸化シリコン層1006h及

30 び二酸化チタン層1006iが順次形成されてカラーフィルタが完成する。

かかる構成によれば、固体撮像装置を製造するために必要な工数を削減することができるので、工期を短縮することができ、製造コストを低減することができる。

[9] 第8の実施の形態

次に、本発明の第8の実施の形態に係る固体撮像装置について説明する。本実施の形態
5 に係る固体撮像装置は上記実施の形態に係る固体撮像装置と概ね同様の構成を備える一方、カラーフィルタに入射した光を受光素子に集光する点において相違している。

図14は本実施の形態に係るカラーフィルタの製造工程を示す図である。先ず、図14(a)に
示されるように、絶縁層1104上に二酸化チタン層1106a、二酸化シリコン層1106b、二酸化
チタン層1106c、二酸化シリコン層1106d及び二酸化チタン層1106eを形成する。二酸化
10 チタン層1106eはスペーサ層である。

次に、図14(b)に示すように、二酸化チタン層1106e上にレジストパターン1100を形成し
た後、二酸化チタン層1106eの赤色領域をエッチングする。

次に、図14(c)に示すように、二酸化チタン層1106e上にレジストパターン1101を形成し
た後、二酸化チタン層1106eの緑色領域をエッチングする。

15 次に、図14(d)に示されるように、二酸化チタン層1106eの青色、赤色、緑色の各領域の
中央部分にレジストパターン1102を形成する。

次に、図14(e)に示されるようにフォトリソ工程及びドライエッチング工程を用いて二酸化チ
タン層1106eの各色領域の周辺部をテーパ状にする。

最後に、レジストパターン1102を除去した後、二酸化シリコン層1106f、二酸化チタン層1
20 106g、二酸化シリコン層1106h及び二酸化チタン層1106iを形成して固体撮像装置が完成
する。なお、上述のように二酸化チタン層1106eの周辺部がテーパ状となっているため、
二酸化シリコン層1106f、二酸化チタン層1106g、二酸化シリコン層1106h及び二酸化チタ
ン層1106iの周辺部もテーパ状となる。

このように周辺部をテーパ状とすれば、各色領域の周辺部に入射した光が各々の中央
25 部に集光される。従って、斜め光に起因する混色をより確実に防止することができる。また、
入射光を集光するマイクロレンズの機能を一部補うことができるので、その分マイクロレンズ
の厚みを薄くして固体撮像装置の小型化を図ることができる。

なお、次のような製造方法を用いても各色領域の周辺部をテーパ状にして同様の効果を
得ることができる。図15は各色領域の周辺部をテーパ状とするカラーフィルタの製造方法
30 を示す図である。図15(a)から(c)までは図14(a)から(c)までと同様である。その後、図15

(d)に示されるように、各色領域の周辺部をテーパー状としたレジストパターン1203を形成する。図15(e)、(f)は図14(e)、(f)と同様である。このような製造方法によっても上記と同様のカラーフィルタを得ることができる。

また、言うまでもなく、本実施の形態に係る製造方法によれば上記実施の形態に係る製造方法と同様に固体撮像装置を小型化することができると共に、その歩留まりを向上させ、製造コストを削減することができる。

[10] 第9の実施の形態

次に、本発明の第9の実施の形態について説明する。本実施の形態に係る固体撮像装置は上記実施の形態に係る固体撮像装置と概ね同様の構成を備える一方、カラーフィルタを構成するスペーサ層の形状において相違している。すなわち、上記実施の形態においては透過させる色毎に同一の膜厚のスペーサ層を用いるとしたが、本実施の形態においてはひとつの色領域中でスペーサ層の膜厚を変化させることを特徴としており、これによって透過させる光の帯域幅を拡大させることができる。

図16は本実施の形態に係るカラーフィルタの製造方法を示す図である。本実施の形態においては、図16(b)に示されるように、レジストパターン1301を形成して二酸化チタン層1306eの青色領域の一部をエッチングする工程を追加することによって二酸化チタン層1306eの青色領域における膜厚を2段階に変化させている。このようにすれば、カラーフィルタを透過させる青色光の帯域幅を拡大して透過特性の向上を図ることができる。

なお、スペーサ層の膜厚の変化が2段階に限定されず、また、青色領域に限定されないのは言うまでもなく、3以上の多段階でスペーサ層の膜厚を変化させるとしても良いし、赤色領域や緑色領域で膜厚を変化させるとしても良い。

また、高屈折材料として窒化シリコン、五酸化タンタルや二酸化ジルコニウム等を用いても良く、低屈折材料として二酸化シリコン以外の材料を用いても良い。

本実施の形態によっても、カラーフィルタの厚みを入射光の波長程度に抑えて斜め光による混色を防止することができると共に固体撮像装置を小型化することができる。また、固体撮像装置の歩留まりを向上させ製造コストを低減することができる。

[11] 第10の実施の形態

次に、本発明の第10の実施の形態について説明する。本実施の形態に係る固体撮像装置は上記実施の形態に係る固体撮像装置と概ね同様の構成を備える一方、スペーサ層の膜厚が連続的に変化する点において相違する。

図17は本実施の形態に係るカラーフィルタの製造方法を示す図である。先ず、図17(a)に示されるように、絶縁層1404上に二酸化チタン層1406a、二酸化シリコン層1406b、二酸化チタン層1406c、二酸化シリコン層1406d及び二酸化チタン層1406eを順次形成する。

次に、図17(b)に示されるように、フォトリソ工程を用いて青色領域から赤色領域を経て緑色領域へと至るテーパー上のレジストパターン1401を形成する。この場合において、フォトリソ工程用のフォトマスクには、露光時の光の透過特性を徐々に変化させるために、マスク上に形成するクロム(Cr)膜の透過率をテーパー形状に合わせて連続的に変化させている。

次に、図17(c)に示されるようにドライエッチングによって二酸化チタン層1406eがレジストパターン1401に応じたテーパーを有する形状とされる。

10 最後に、図17(d)に示されるように、二酸化チタン層1406e上に二酸化シリコン層1406f、二酸化チタン層1406g、二酸化シリコン層1406h及び二酸化チタン層1406iを順次形成して、カラーフィルタが完成する。

これにより、さらに透過帯域特性を向上させることができる。

[12] 第11の実施の形態

15 次に、本発明の第11の実施の形態について説明する。本実施の形態に係る固体撮像装置は上記実施の形態に係る固体撮像装置と概ね同様の構成を備える一方、カラーフィルタからの反射光を吸収する吸収体を備える点で相違している。

図18は本実施の形態に係るカラーフィルタの製造方法を示す図である。図18(a)から(c)までは上記実施の形態と同様である。

20 図18(d)に示されるように、本実施の形態に係るカラーフィルタは二酸化チタン層1506i上に光色毎の吸収体1507b、1507r及び1507gを備えている。吸収体としては、例えば、顔料タイプ若しくは染料タイプのカラーフィルタを用いると良い。

上述のように誘電体多層膜からなるカラーフィルタは透過させたい波長以外の光はすべて反射する。この反射光が、例えば、固体撮像装置の表面で多重反射するなどして、他の受光素子に誤入射するおそれがある。このような問題に対して、本実施の形態のようにカラーフィルタ上に吸収体を設ければ、かかる反射光によるノイズの発生を抑えることができる。

[13] 変形例

以上、本発明を実施の形態に基づいて説明してきたが、本発明が上述の実施の形態に限定されないのは勿論であり、以下のような変形例を実施することができる。

30 (1) 上実施の形態においては、専らカラーフィルタの最上層の材料として高屈折率材料

(二酸化チタン)を用いる場合について説明したが、本発明がこれに限定されないのは言うまでもなく、カラーフィルタの最上層の材料として低屈折率材料を用いても良い。

図19は、最上層の材料として低屈折率材料を用いたカラーフィルタの製造方法を示す図である。先ず、図19(a)に示されるように、絶縁層1604上に二酸化チタン層1606a、二酸化シリコン層1606b、二酸化チタン層1606c及び二酸化シリコン層1606dを形成する。

次に、図19(b)、(c)に示されるように、エッチング工程を用いてスペーサ層である二酸化シリコン層1606dの膜厚を調整する。最後に、図19(d)に示されるように、二酸化シリコン層1606d上並びに二酸化チタン層1606cの緑色領域上に二酸化チタン層1606e、二酸化シリコン層1606f、二酸化チタン層1606g及び二酸化シリコン層1606hを形成する。

10 図20は、本変形例に係るカラーフィルタの透過特性を示すグラフである。図20と図8とを比較すれば、青色光と赤色光との透過率の最大値がほぼ100%となっており、緑色光についても透過率の最大値が100%近くにまで改善されていることが分かる。

このようにすれば、高屈折率材料を用いる場合と比較してカラーフィルタの最上層に入射する光が反射されにくいので、更に効率よく撮像することができる。また、スペーサ層が低屈折率材料からなっている方が高屈折率材料からなる場合よりも分光感度が良いことが分かる。

(2) 上記実施の形態においては特に言及しなかったが、カラーフィルタの絶縁層側やマイクロレンズ側、或いはカラーフィルタを構成する誘電体層の間に保護層を形成するとしても良い。かかる位置に保護層(例えば、窒化シリコン層)を形成すれば、固体撮像装置の信頼性や耐湿性を向上させることができる。図21は本変形例に係るカラーフィルタを示す断面図である。図21に示されるように、絶縁層1704上に保護層1705、カラーフィルタ1706が順次形成されている。ここで、保護層1705は窒化シリコン層である。

図22は本変形例に係るカラーフィルタの透過特性を示すグラフである。図22に示されるように、保護層1705を追加しても透過特性は特に劣化しないことが分かる。

25 このように保護層を追加すれば固体撮像装置の信頼性や耐湿性を向上させることができる。

(3) 上記実施の形態においては専らカラーフィルタのマイクロレンズ側がスペーサ層の形状に合わせた形状となっている場合について説明したが、本発明がこれに限定されないのは言うまでもなく、これに代えて次のようにしても良い。

30 図23は本変形例に係るカラーフィルタの形状を示す図である。図23に示されるように、本

変形例に係るカラーフィルタ1806は絶縁層1804上に二酸化チタン層と二酸化シリコン層とを交互に積層した構造となっている。カラーフィルタのマイクロレンズ側にはカラーフィルタの凹凸に合わせて厚みを変化させた二酸化シリコン層1806gが形成されており、当該二酸化シリコン層1806gのマイクロレンズ側は平坦になっている。

- 5 図24はカラーフィルタ1806の透過特性を示すグラフである。図24に示されるように、カラーフィルタ1806は二酸化シリコン層1806gの形状に関わらず優れた透過特性を有することが分かる。

このようにすれば、カラーフィルタ上にマイクロレンズを容易に配設することができるので、固体撮像装置の歩留まりを向上させ、また、製造コストを低減することができる。また、色毎に

- 10 焦点距離の異なるマイクロレンズを用いなくても良い。

(4) 上記実施の形態においては専ら絶縁層上にカラーフィルタを形成する場合について説明したが、本発明がこれに限定されないのは言うまでもなく、これに代えて次のようにしても良い。

すなわち、受光素子に接するようにしてカラーフィルタを形成するとしても良い。図25は本

- 15 変形例に係る固体撮像装置の構成を示す断面図である。

図25に示されるように、本変形例に係る固体撮像装置はN半導体基板1901、P型半導体層1902、受光素子1903、カラーフィルタ1906、絶縁層1904、遮光膜1905及びマイクロレンズ1907を備えている。図26は、カラーフィルタ1906の透過特性を示すグラフである。図26に示されるように、本変形例に係る構成によってもカラーフィルタ1906の透過特性は特に

- 20 劣化しないことが分かる。

このような構成によれば、カラーフィルタと受光素子とが隣接しているので、更に確実に斜め光による混色を防止することができる。

なお、半導体表面からカラーフィルタの高屈折率層までの距離は1nm以上で、かつ、カラーフィルタが透過させる光の一波長以下であれば良い。半導体表面からカラーフィルタの高
25 屈折率層までの間にはカラーフィルタの低屈折率層が介在するとしても良いし、バッファ層が介在するとしても良い。例えば、カラーフィルタの高屈折率層を二酸化チタン層とし低屈折率層を二酸化シリコン層とすれば、二酸化チタン層から受光素子(半導体表面)までの距離が上記の範囲にあれば良い。言い換えると、受光素子に接する二酸化シリコン層の光学膜厚が上記の範囲にあれば良い。

- 30 (5) 上記実施の形態において説明したように、二酸化チタン層と二酸化シリコン層を交互

に積層してなるカラーフィルタでは二酸化チタン層と二酸化シリコン層との何れをスペーサ層としてもカラーフィルタを得ることができる。

しかしながら、透過率の観点からすれば、二酸化シリコン層をスペーサ層とするのが望ましい。図27は二酸化チタン層をスペーサ層とした場合の透過特性を表わすグラフである。図25 7に示されるように、二酸化チタン層をスペーサ層とした場合には青色、緑色、赤色の何れも最大透過率が90%に満たない。

これに対して二酸化シリコン層をスペーサ層とした場合には、例えば前記図8に示されるように何れの光色についても95%以上となっている。従って、二酸化シリコン層と二酸化チタン層とを交互に積層してなるカラーフィルタでは二酸化シリコン層をスペーサ層とするのが望ま

10 しい。

なお、スペーサ層の光学膜厚は透過させるべき光の波長以下で、かつ1nm以上であると好適である。この範囲であれば、スペーサ層の光学膜厚を変化させることにより、可視光領域における透過ピーク波長を任意に設定可能となる。

(6) 上記実施の形態においては、カラーフィルタはベイヤ配列されとのみ述べたが、具15 体的には次のように配列するのが望ましい。

図28は本変形例に係るカラーフィルタの配列であってベイヤ配列の最小単位(4画素)を示す図である。この最小単位に従って各画素が繰り返し配列される。図28に示されるように、ベイヤ配列の最小単位となる4画素のうち2画素を青色光を検出する画素とし、残る2画素を赤色光と緑色光とを検出する画素とする。

20 カラーフィルタの透過特性上、青色光は半値幅が赤色光や緑色光と比較して小さいので、上記配列を採ることにより青色光を検出する帯域幅を拡大して、固体撮像装置の感度を改善することができる。

(7) 上記第7の実施の形態においては、二酸化チタン層の赤色領域に溝を設け、この溝を二酸化シリコンで埋める場合について説明したが、本発明がこれに限定されないのは言う25 までもなく、これに代えて次のようにしても良い。例えば、溝に代えて二酸化チタン層に穴を空け、この穴を二酸化シリコンで埋めるとしても良い。この場合も、当該領域の屈折率は上記第7の実施の形態にて示した式で与えられる。また、溝を同心円状に設けるとしても良い。

[14] $\lambda/4$ 多層膜構造について

$\lambda/4$ 多層膜構造について説明する。

30 まず、可視光に対して極めて透明性の高い低屈折率材料と高屈折率材料を交互に積層さ

せた多層膜構造について説明する。図29は、このような多層膜構造を示す断面図である。図29に示されるように、多層膜構造20は低屈折率層2001と高屈折率層2002とが交互に積層された構造となっている。

このような多層膜構造20に対して、その積層方向に対して斜めに入射した光は、多層膜構造を構成する各層を透過すると同時に、各層の境界面で反射される。隣り合う2つの層は屈折率が相違するからである。各境界面での反射光の総量が多層膜構造全体の反射光となる。

相異なる境界面での反射光の位相が一致すれば高反射特性となり、逆位相ならば低反射特性となる。このため、多層膜構造を高反射コード膜として用いる場合には各境界面での反射光が同位相となるように設計される。

このような多層膜構造を構成する各層の光学膜厚が一致する場合、当該光学膜厚の4倍に相当する波長(以下、「設定中心波長」という。) λ を中心とする所定帯域(以下、「反射帯域」という。)の波長の光が反射される。このような多層膜構造を $\lambda/4$ 多層膜構造という。

図30は、 $\lambda/4$ 多層膜の透過率特性(シミュレーション値)を例示するグラフであって、横軸は $\lambda/4$ 多層膜を透過する光の波長を表わし、縦軸は波長毎の透過率を表わす。なお、設定中心波長 λ は550nmで、低屈折率層と高屈折率層とのペア数は10である。また、低屈折率層の材質を酸化シリコンとし、高屈折率層の材質を窒化シリコンとした。図30に示されるように、設定中心波長550nmを中心とする波長500nmから600nmまでの反射帯域において透過率が著しく低くなっており、入射光がほぼ100%反射されていることが分かる。

このように、 $\lambda/4$ 多層膜では、各層の光学膜厚を選ぶことによって反射帯域を自由に設計することができる。また、低屈折率層と高屈折率層との間の屈折率差を大きくしたり、低屈折率層と高屈折率層とのペア数を多くしたりすることによって反射帯域の帯域幅を広げることができる。

25 産業上の利用可能性

本発明に係る固体撮像装置、固体撮像装置の製造方法及びこれを用いたカメラはカラー固体撮像装置を小型化し、その性能を向上させる技術として有用である。

請 求 の 範 囲

1. 入射光を選択的に透過させる濾光手段を備えた固体撮像装置であって、
前記濾光手段は、それぞれ複数の誘電体層からなる2つの $\lambda/4$ 多層膜と、前記 $\lambda/4$ 多
5 層膜に挟まれた絶縁体層とを備え、
前記絶縁体層は $\lambda/4$ 以外の光学膜厚を有する
ことを特徴とする固体撮像装置。
2. 前記2つの $\lambda/4$ 多層膜は、
10 前記絶縁体層の材料の屈折率とは異なる屈折率を有する材料からなる2つの第1の誘電体
層と、
前記絶縁体層の材料の屈折率と略等しい屈折率を有する材料からなる2つの第2の誘電体
層とを備え、
前記絶縁体層はその2つの主面にて前記第1の誘電体層に接しており、前記第1の誘電体
15 層の前記絶縁体層に接していない主面は前記第2の誘電体層に接している
ことを特徴とする第1の請求の範囲に記載の固体撮像装置。
3. 前記絶縁体層の光学膜厚は、前記濾光手段が透過させる入射光の波長に応じて設定さ
れている
20 ことを特徴とする第1又は第2の請求の範囲に記載の固体撮像装置。
4. 前記絶縁体層はその主面に略垂直な貫通孔又は溝であって、前記第1の誘電体層の材
料と同じ材料を埋め込まれた貫通孔又は溝を有し、
平面視したときの前記貫通孔又は溝部分の面積と前記貫通孔又は溝でない部分の面積と
25 の比に応じた波長の光を透過させる
ことを特徴とする第1の請求の範囲に記載の固体撮像装置。
5. 半導体基板内に2次元状に配列された複数の受光手段を備え、
前記絶縁体層は個々の受光手段に対応する部分毎に、前記絶縁体層の辺縁がテーパ
30 状となっている

ことを特徴とする第1の請求の範囲に記載の固体撮像装置。

6 半導体基板内に2次元状に配列された複数の受光手段を備え、

前記絶縁体層は、対向する受光手段に受光させるべき入射光の波長に応じて、当該受光

5 手段に対向する部分の光学膜厚を異なっており、

光学膜厚が異なる部分間で光学膜厚が連続的に変化している

ことを特徴とする第1の請求の範囲に記載の固体撮像装置。

7. 半導体基板内に2次元状に配列された複数の受光手段を備え、

10 1つの受光手段への入射光が通過すべき前記絶縁体層の領域は、相異なる膜厚を有する
複数の部分を有する

ことを特徴とする第1の請求の範囲に記載の固体撮像装置。

8. 前記 $\lambda/4$ 多層膜が反射する光を吸収する吸収体が、前記 $\lambda/4$ 多層膜の当該光が反

15 射される側に配設されている

ことを特徴とする第1の請求の範囲に記載の固体撮像装置。

9. 前記吸収体は、顔料タイプまたは染料タイプのカラーフィルタである

ことを特徴とする第8の請求の範囲に記載の固体撮像装置。

20

10. 入射光を選択的に透過させる濾光手段を備えた固体撮像装置であって、

前記濾光手段は、それぞれ複数の誘電体層からなる2つの $\lambda/4$ 多層膜と、前記 $\lambda/4$ 多
層膜に挟まれた絶縁体層とからなり、

前記絶縁体層は $\lambda/4$ 以外の光学膜厚を有する固体撮像装置

25 を備えることを特徴とするカメラ。

11. 入射光を選択的に透過させる濾光手段を備えた固体撮像装置の製造方法であって、

複数の誘電体層からなる第1の $\lambda/4$ 多層膜を半導体基板上に形成する第1の形成工程
と、

30 前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上に第1の絶縁体層を形成する第2の形成工程と、

前記第1の絶縁体層を第1の領域を残して除去する第1の除去工程と、

前記第1の $\lambda/4$ 多層膜及び前記第1の絶縁体層上に第2の絶縁体層を形成する第3の形成工程と、

前記第2の絶縁体層であって、前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上に形成された部分のうちの第2の

5 領域を除去する第2の除去工程と、

前記第2の絶縁体層及び前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上に、複数の誘電体層からなる第2の $\lambda/4$ 多層膜を形成する第4の形成工程とによって前記濾光手段を形成することを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

10 12. 入射光を選択的に透過させる濾光手段を備えた固体撮像装置の製造方法であって、
複数の誘電体層からなる第1の $\lambda/4$ 多層膜を半導体基板上に形成する第1の形成工程と、

リフトオフ法を用いて、前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上の第1の領域に第1の絶縁体層を形成する第2の形成工程と、

15 リフトオフ法を用いて、前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上の前記第1の絶縁体層が形成されていない部分のうちの第2の領域に第2の絶縁体層を形成する第3の形成工程と、

前記第1の絶縁体層、前記第2の絶縁体層及び前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上に、複数の誘電体層からなる第2の $\lambda/4$ 多層膜を形成する第4の形成工程とによって前記濾光手段を形成する

20 ことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

13. 入射光を選択的に透過させる濾光手段を備えた固体撮像装置の製造方法であって、
複数の誘電体層からなる第1の $\lambda/4$ 多層膜を半導体基板上に形成する第1の形成工程と、

25 前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上に第1の絶縁体層を形成する第2の形成工程と、

前記第1の絶縁体層を第1の領域を残して除去する第1の除去工程と、

リフトオフ法を用いて、前記第1の絶縁体層上の第2の領域と前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上の前記第1の絶縁体層が形成されていない領域に第2の絶縁体層を形成する第3の形成工程と、

30 前記第1の絶縁体層及び前記第2の絶縁体層上に、複数の誘電体層からなる第2の $\lambda/4$

多層膜を形成する第4の形成工程とによって前記濾光手段を形成することを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

14. 入射光を選択的に透過させる濾光手段を備えた固体撮像装置の製造方法であって、

5 複数の誘電体層からなる第1の $\lambda/4$ 多層膜を半導体基板上に形成する第1の形成工程と、

前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上に第1の絶縁体層を形成する第2の形成工程と、

前記第1の絶縁体層を第1の領域を残して除去する第1の除去工程と、

前記第1の $\lambda/4$ 多層膜及び前記第1の絶縁体層上に、前記第1の絶縁体層の材料と異な

10 る材料で第2の絶縁体層を形成する第3の形成工程と、

前記第1の絶縁体層上の第2の領域上に形成された第2の絶縁体層を残して第2の絶縁体層を除去する第2の除去工程と、

前記第1の絶縁体層、前記第2の絶縁体層及び前記第1の $\lambda/4$ 多層膜上に、複数の誘電体層からなる第2の $\lambda/4$ 多層膜を形成する第4の形成工程とによって前記濾光手段を形成

15 する

ことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

15. 半導体基板内に2次元状に配列された複数の受光手段と、入射光を選択的に透過させる濾光手段とを備え、当該濾光手段は複数の誘電体層からなる2つの $\lambda/4$ 多層膜にて絶

20 縁体層を挟んでなる固体撮像装置の製造方法であって、

個々の受光手段に対向する絶縁体層の中央部分にレジストを形成する形成工程と、

エッチングによって、前記絶縁体層の前記レジストに覆われた部分の辺縁をテーパ状とする整形工程と

を含むことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

25

16. 前記形成工程は、前記レジストの辺縁がテーパ状となるように前記レジストを形成する

ことを特徴とする第15の請求の範囲に記載の固体撮像装置の製造方法。

30 17. 前記形成工程は、露光量を変化させることによって前記レジストの辺縁をテーパ状と

する

ことを特徴とする第16の請求の範囲に記載の固体撮像装置の製造方法。

18. 半導体基板内に2次元状に配列された複数の受光手段を備え、

- 5 前記絶縁体層は、対向する受光手段が受光すべき光の波長に応じて、その絶縁体層の有無、その絶縁体層の膜厚及び材料の何れか、又はその組み合わせが異なる

ことを特徴とする第1の請求の範囲に記載の固体撮像装置。

19. 半導体基板内に2次元状に配列された複数の受光手段と、

- 10 対応する受光手段に応じて異なる波長の入射光を透過させる濾光手段とを備え、

前記2つの $\lambda/4$ 多層膜は前記絶縁体層を中心として対称な層構造を有する

ことを特徴とする第1の請求の範囲に記載の固体撮像装置。

20. 入射光を選択的に透過させる濾光手段と、当該濾光手段が透過させた光を受光する

- 15 受光手段とを備えた固体撮像装置であって、

前記濾光手段は複数の誘電体層からなる $\lambda/4$ 多層膜を備え、

当該 $\lambda/4$ 多層膜を構成する誘電体層のうち、前記受光手段からもっとも遠い誘電体層は低屈折率層である

ことを特徴とする固体撮像装置。

20

21. 入射光を選択的に透過させる濾光手段を備えた固体撮像装置であって、

前記濾光手段は、複数の誘電体層からなる $\lambda/4$ 多層膜を備え、

前記 $\lambda/4$ 多層膜のいずれか一方の主面、または前記 $\lambda/4$ 多層膜を構成する何れか一組の誘電体層の間に保護層が配設されている

- 25 ことを特徴とする固体撮像装置。

22. 前記保護層は、窒化シリコンからなる

ことを特徴とする第21の請求の範囲に記載の固体撮像装置。

- 30 23. 半導体基板内に2次元状に配列された複数の受光手段と、

入射光を集光する集光手段と、
受光手段ごとに対応する波長の入射光を透過させる濾光手段とを備え、
前記濾光手段の前記受光手段とは反対側の主面が平坦になっている
ことを特徴とする第1の請求の範囲に記載の固体撮像装置。

5

24. 半導体基板内に2次元状に配列された複数の受光手段と、
入射光を選択的に透過させる濾光手段とを備えた固体撮像装置であって、
前記濾光手段は複数の誘電体層からなる $\lambda/4$ 多層膜を備え、
当該 $\lambda/4$ 多層膜を構成する高屈折率層のうち最も受光手段に近い高屈折率層から受光

10 手段までの距離が、1nm以上で λ 以下の範囲内にある
ことを特徴とする固体撮像装置。

25. 入射光を選択的に透過させる濾光手段を備え、
単位画素が二次元状に複数配列されてなる固体撮像装置であって、

15 前記単位画素はそれぞれ、
入射光の強度を検出する受光手段と、
複数の誘電体層からなる $\lambda/4$ 多層膜であって、赤色光、緑色光又は青色光の何れかを透
過させる $\lambda/4$ 多層膜からなる濾光手段とを備え、
前記単位画素は、前記濾光手段が透過させる光色に応じてベイヤ配列され、

20 隣接する4つの単位画素からなる正方領域には何れも、青色光を透過させる濾光手段を備
えた単位画素が2つ含まれる
ことを特徴とする固体撮像装置。

図1

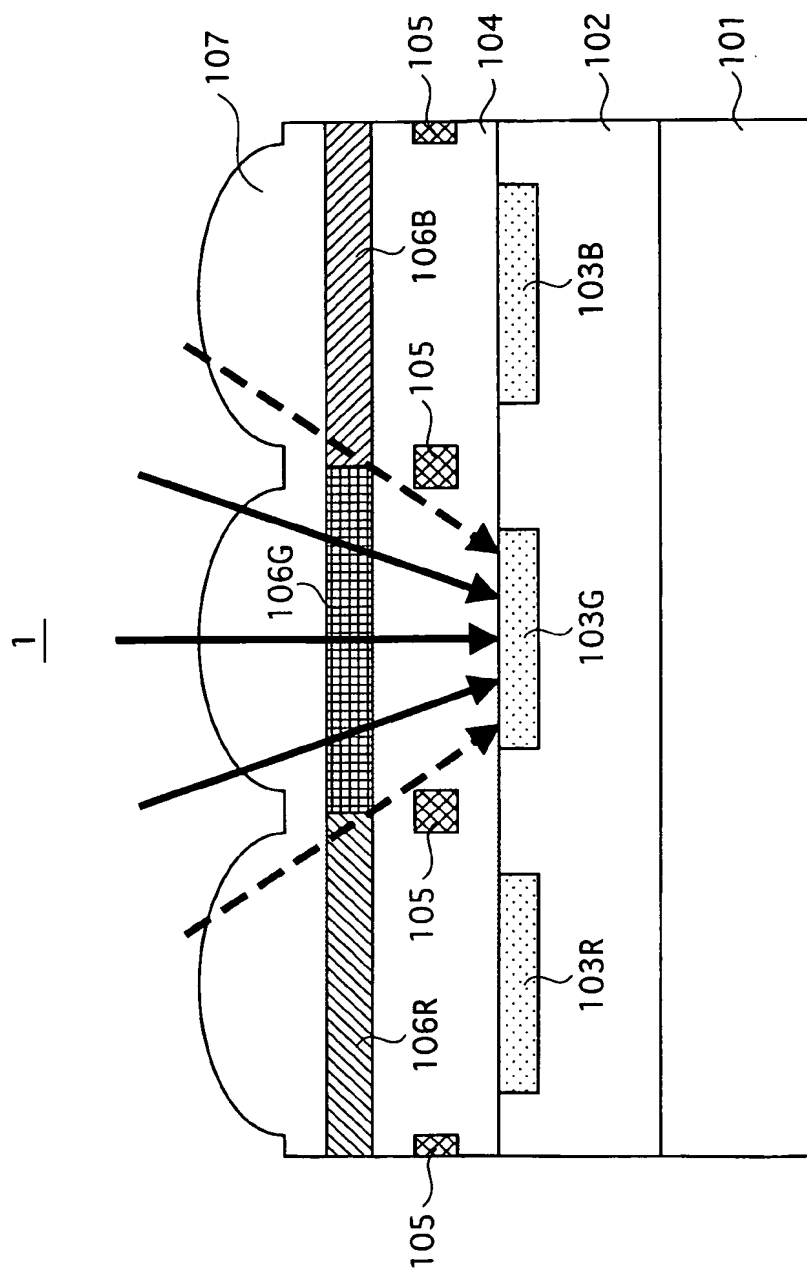


図2

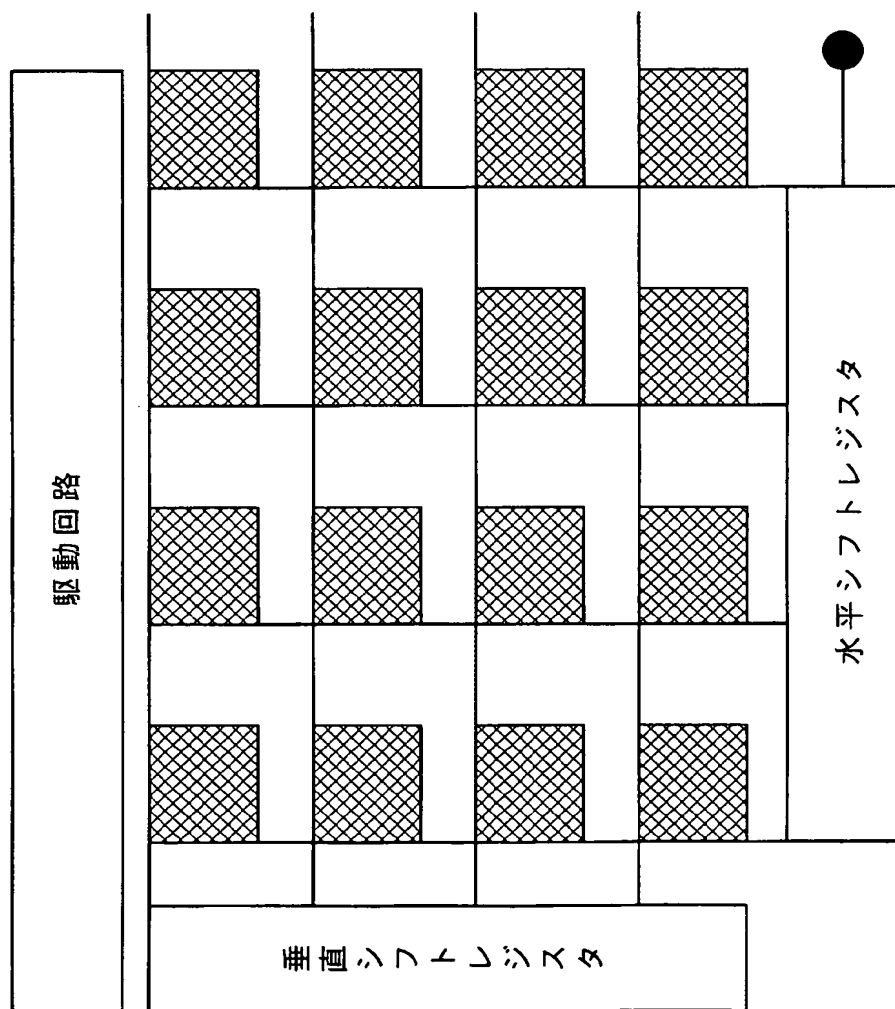
2

図3

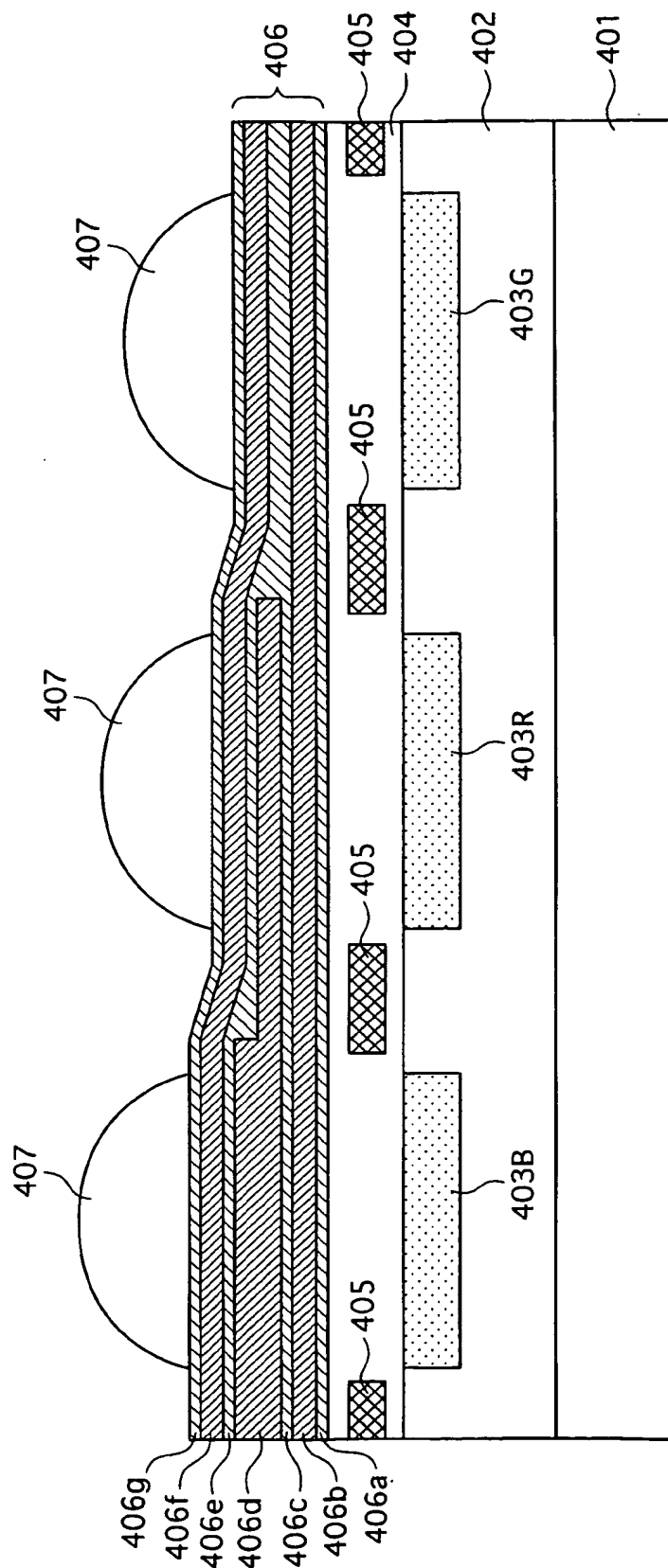


図 4

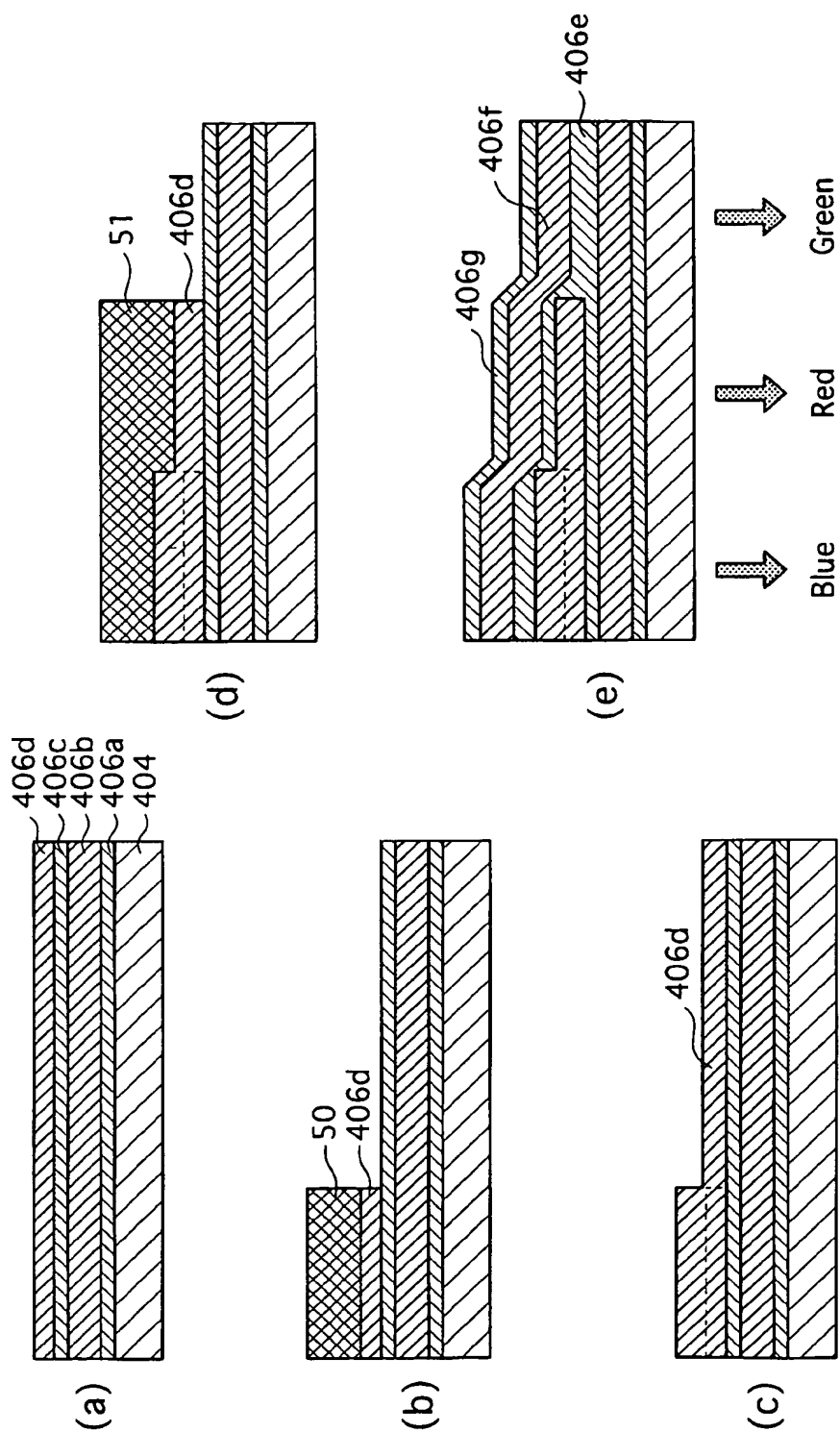


図5

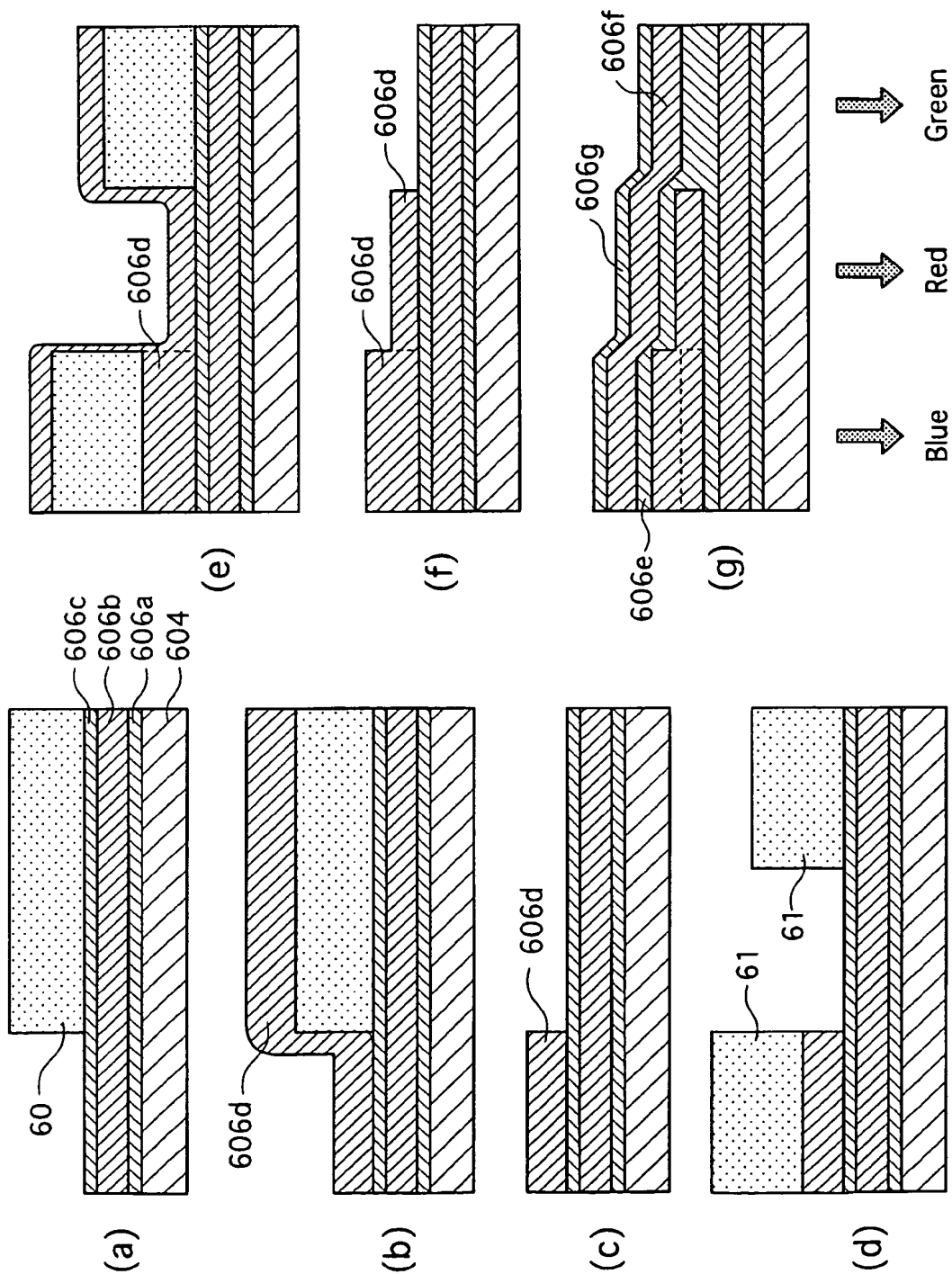


図6

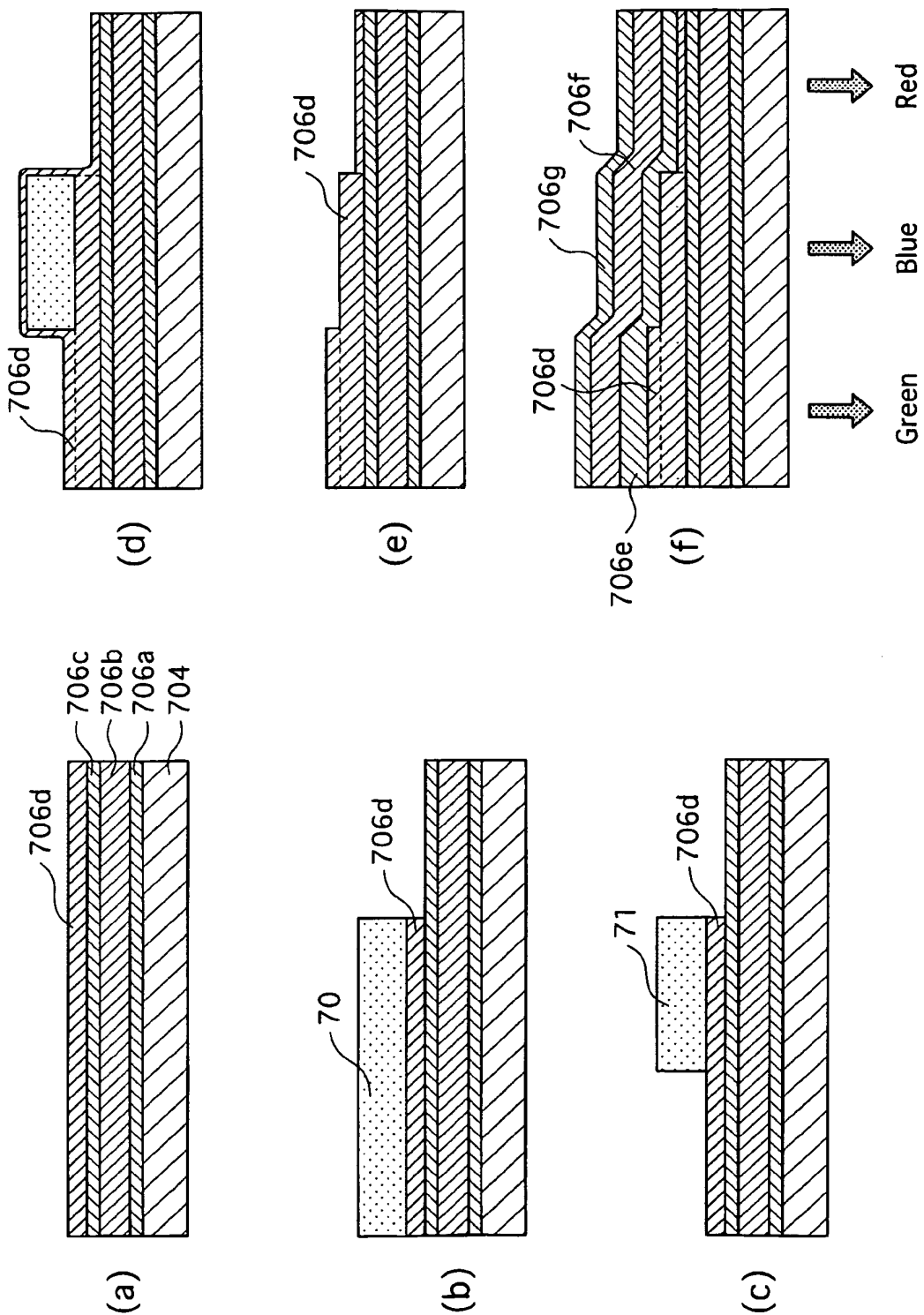


図7

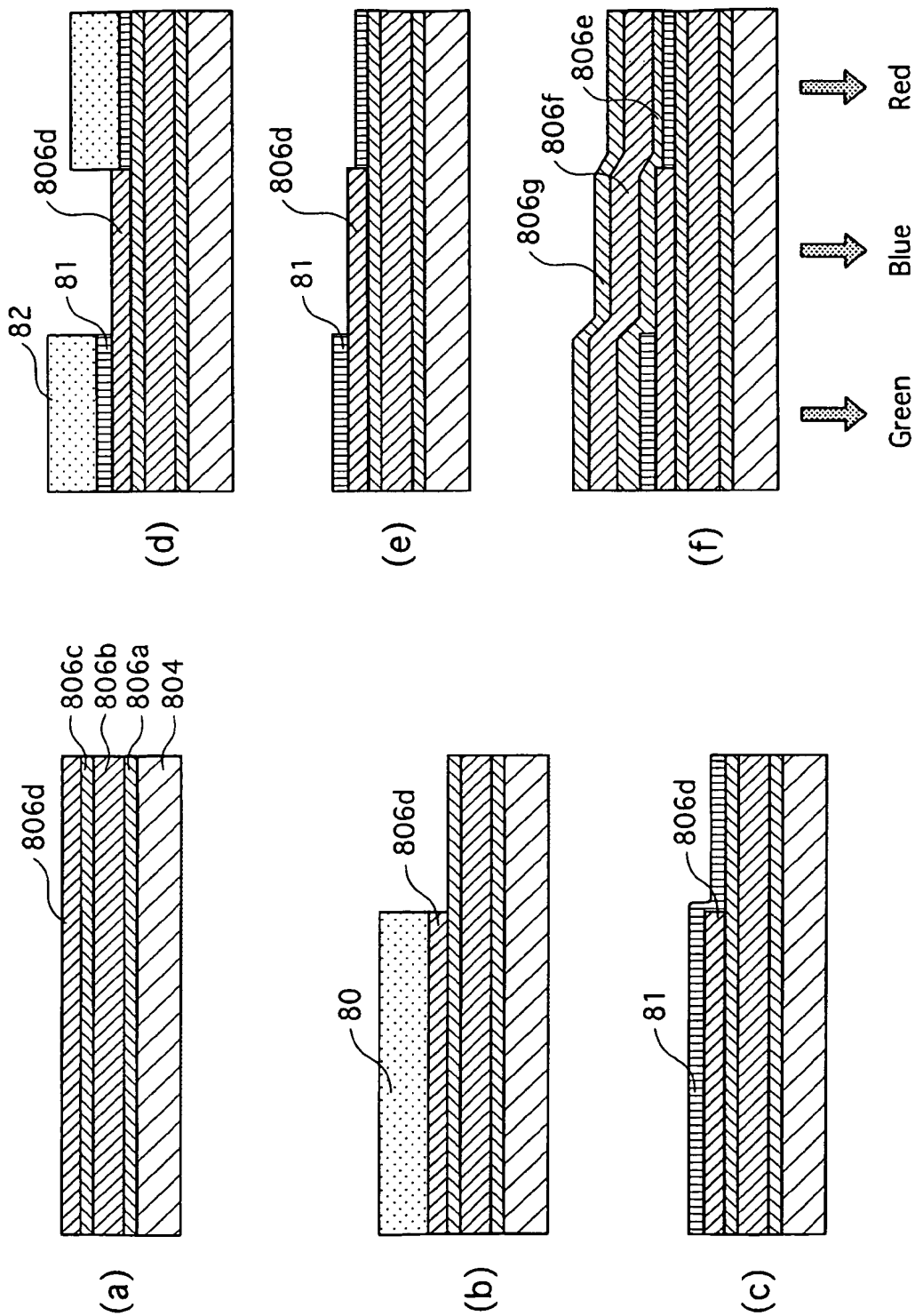


図8

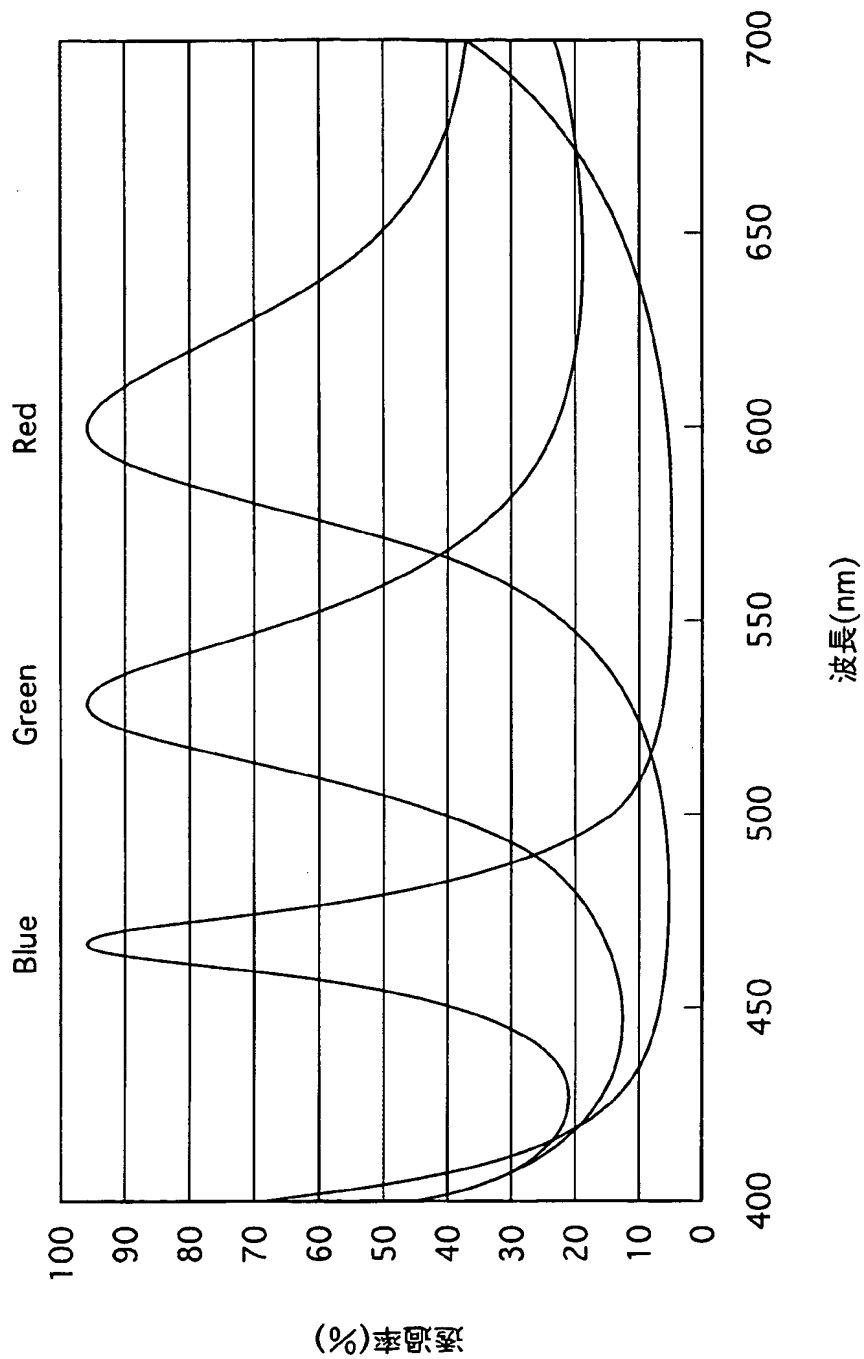


図9

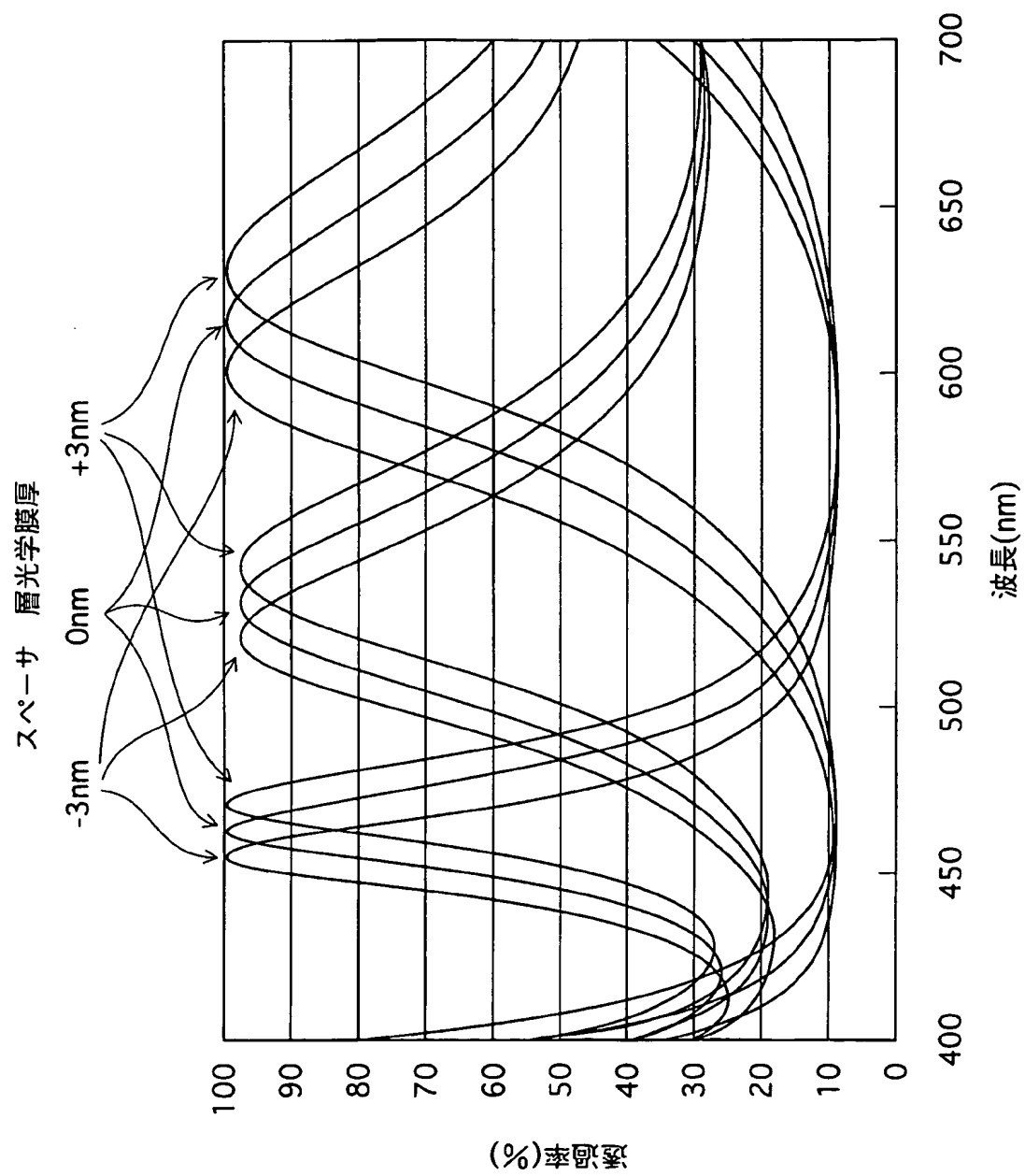


图 10

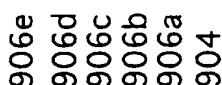
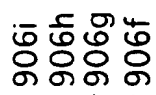


図11

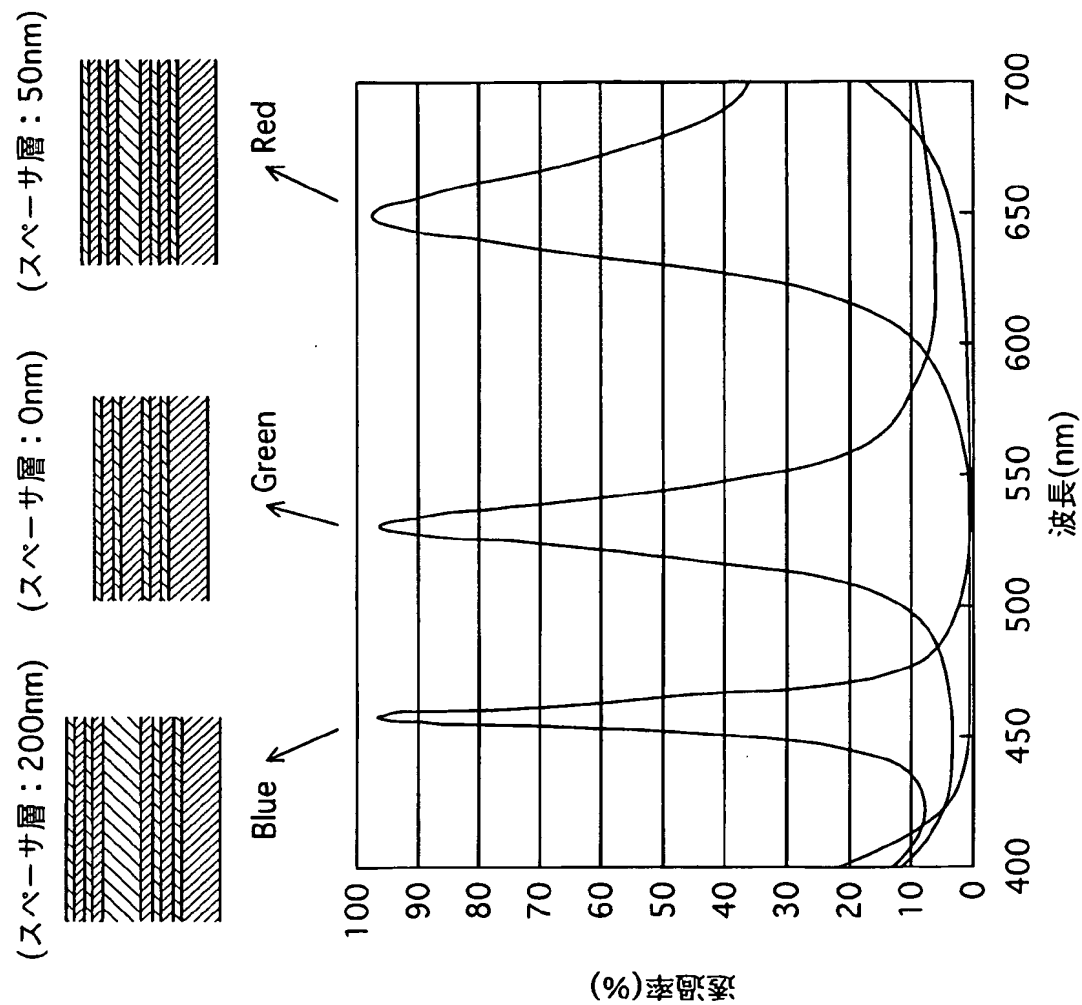


図12

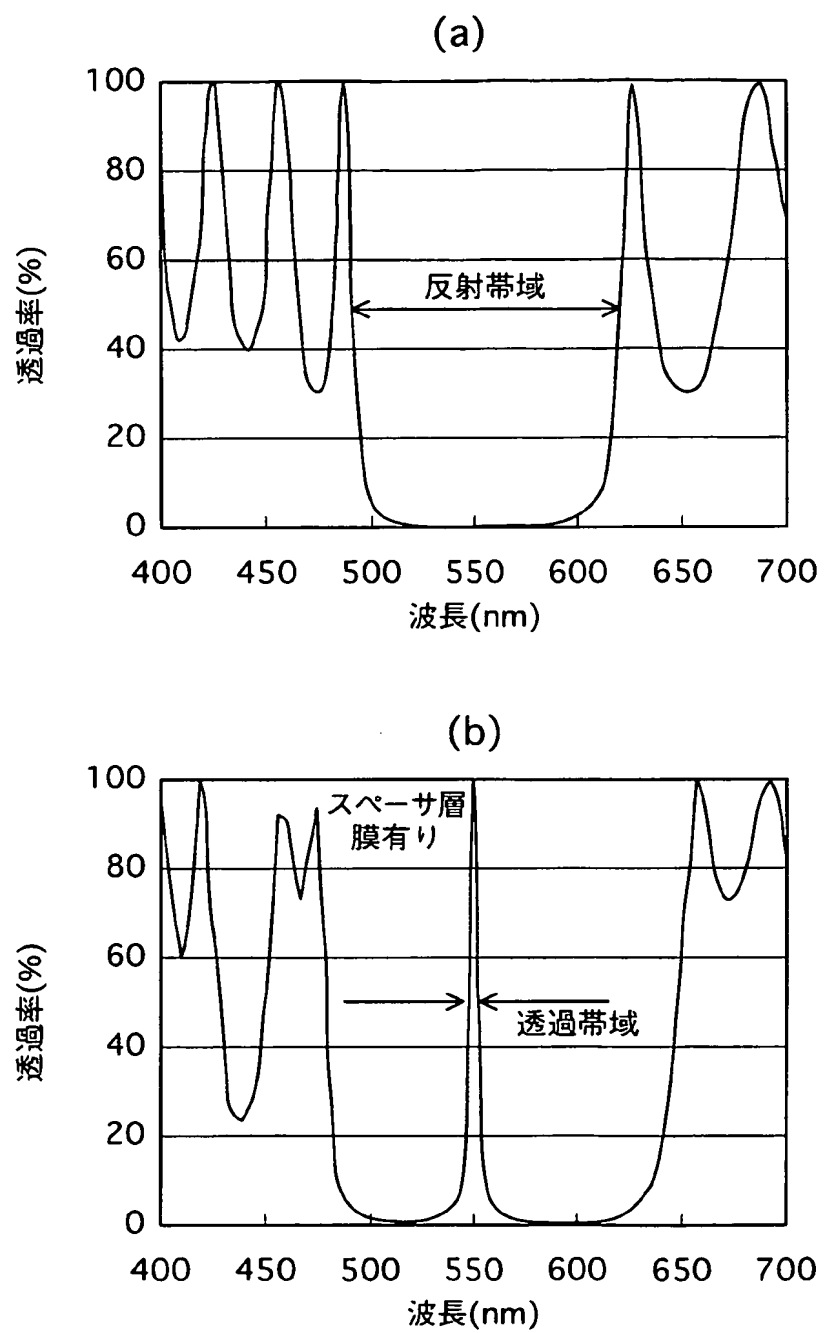


図 13

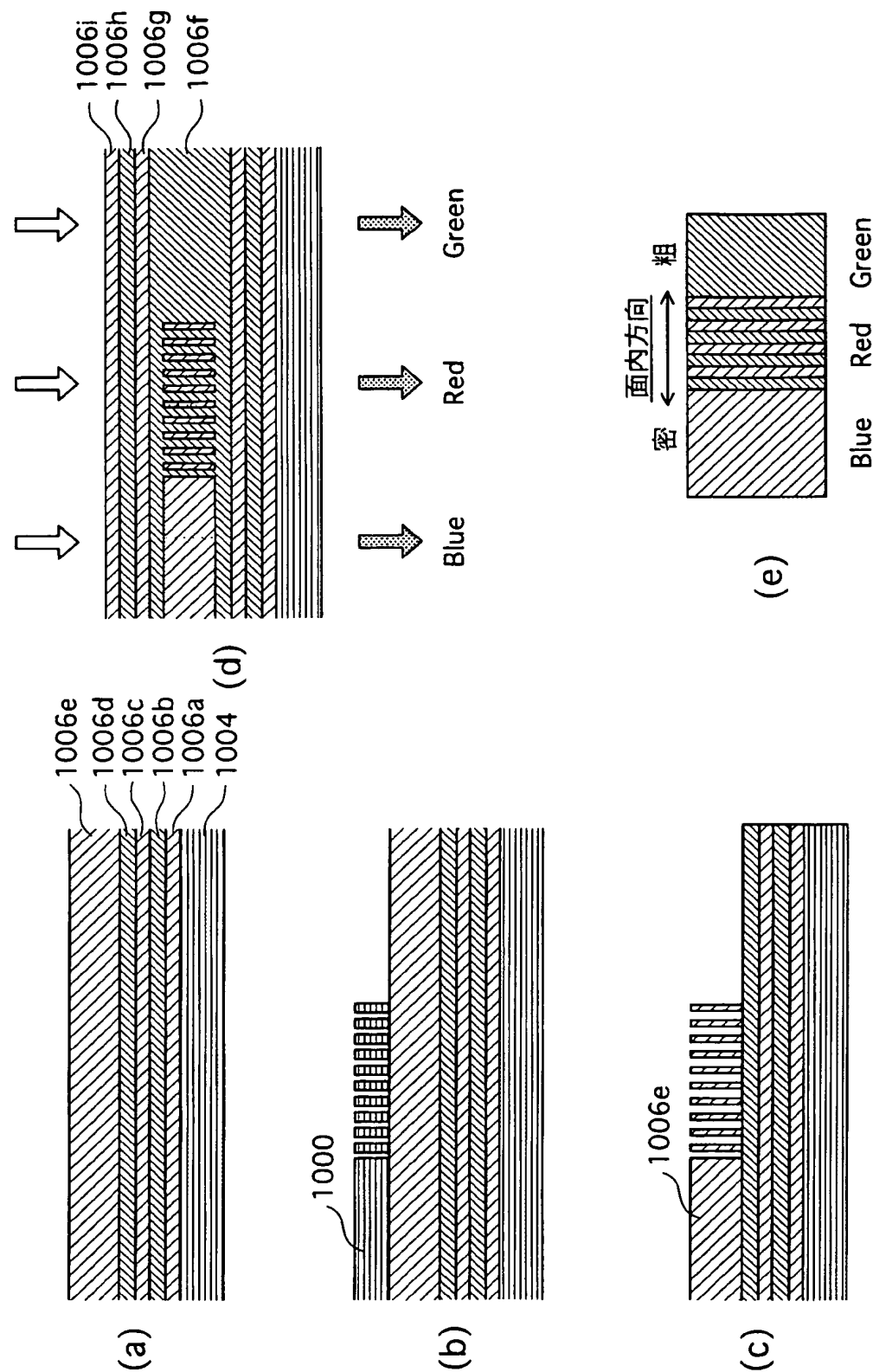


図14

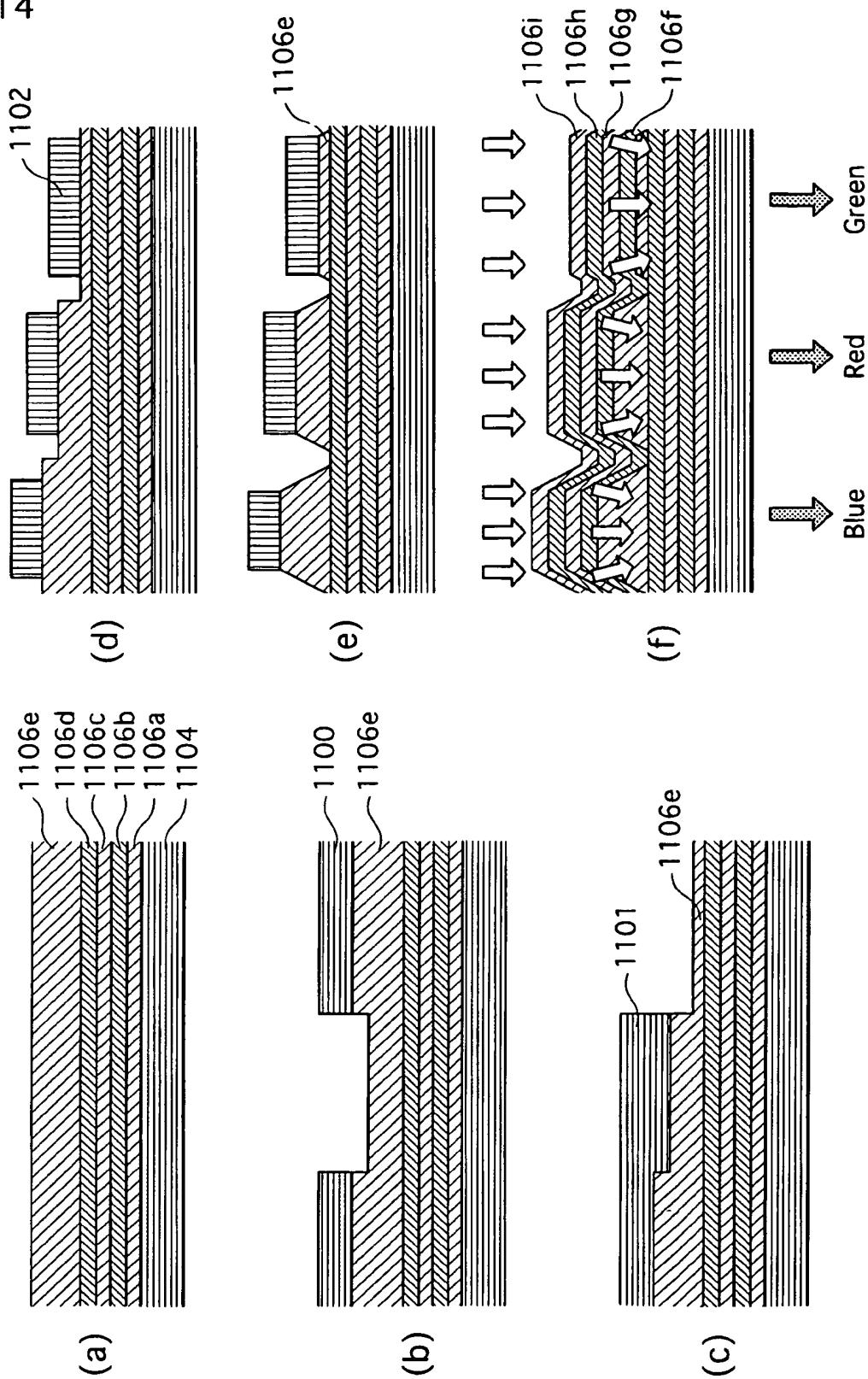
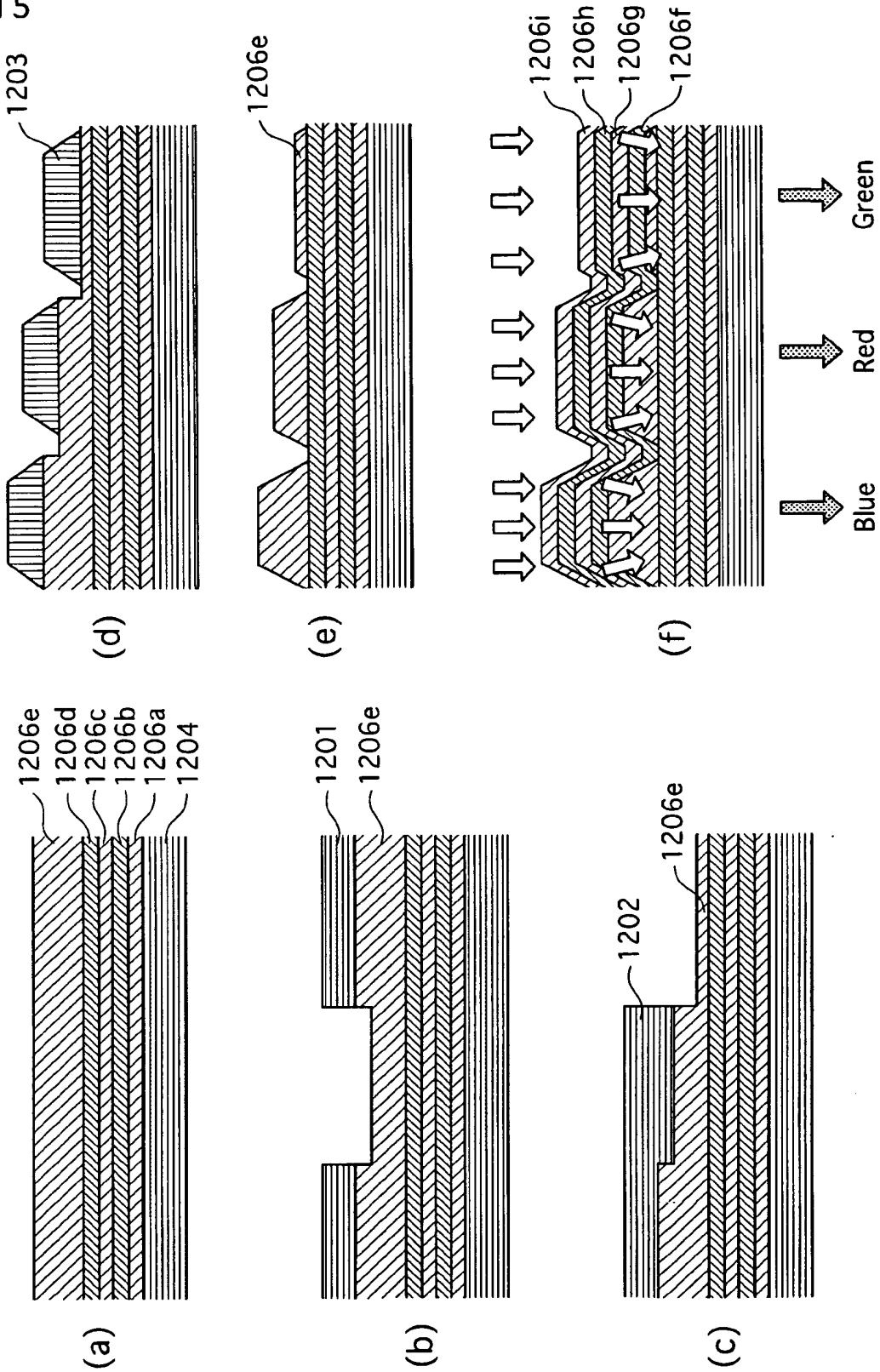


図 15



16

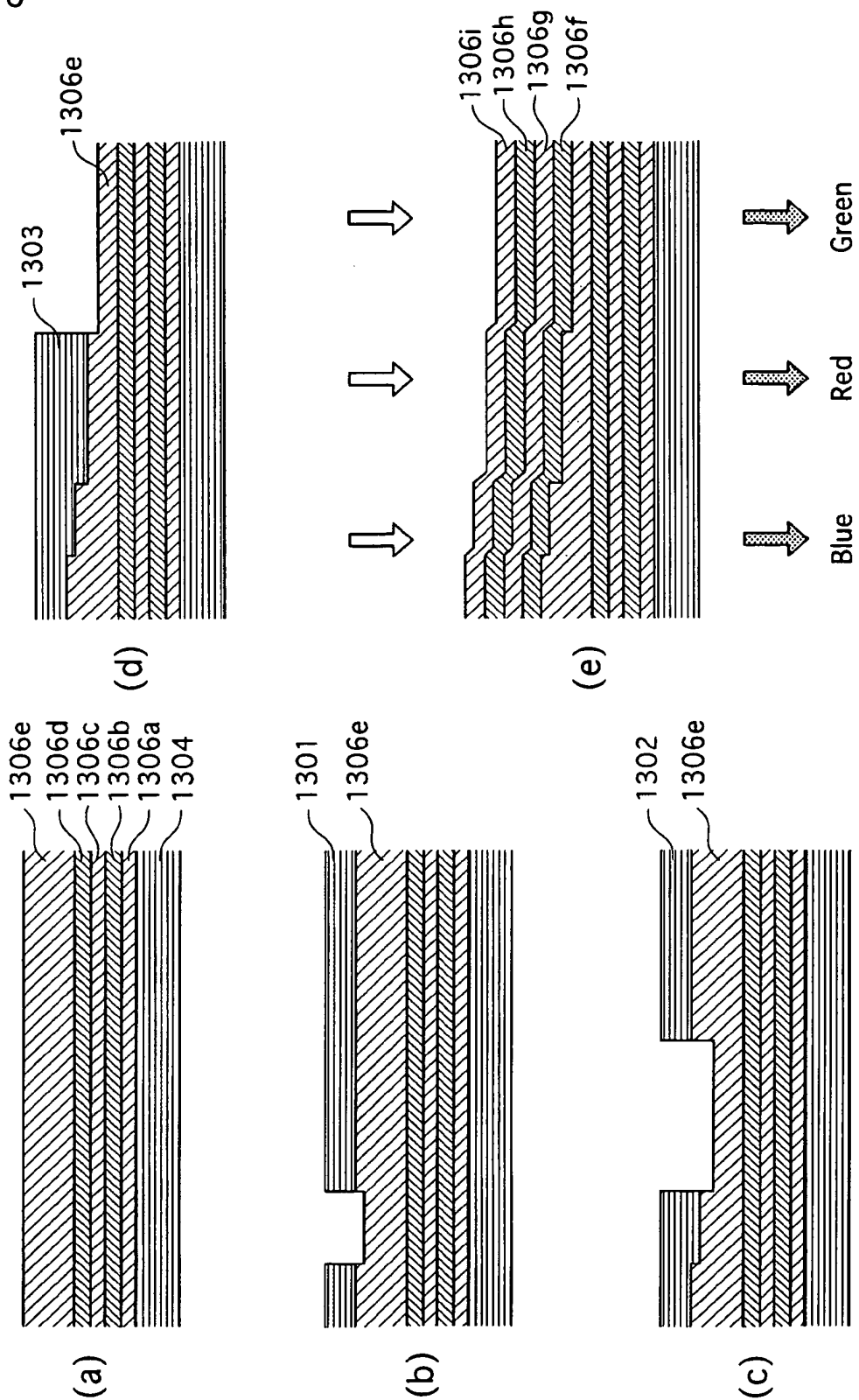
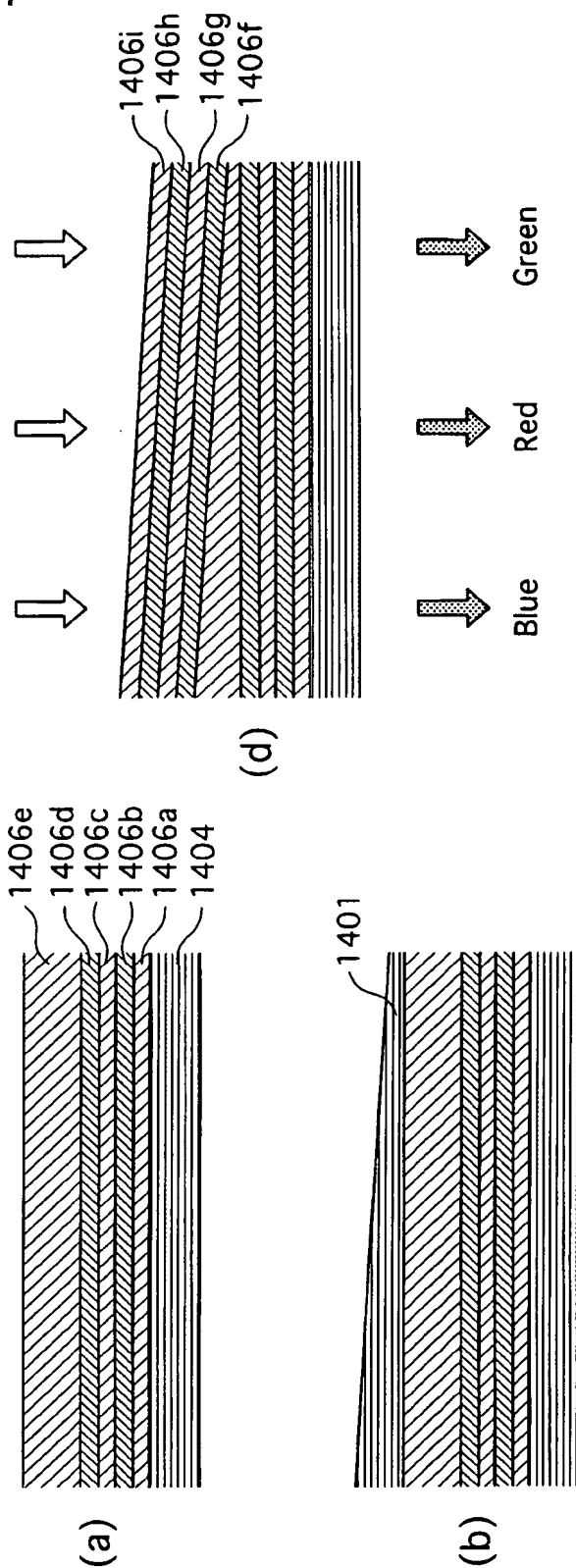
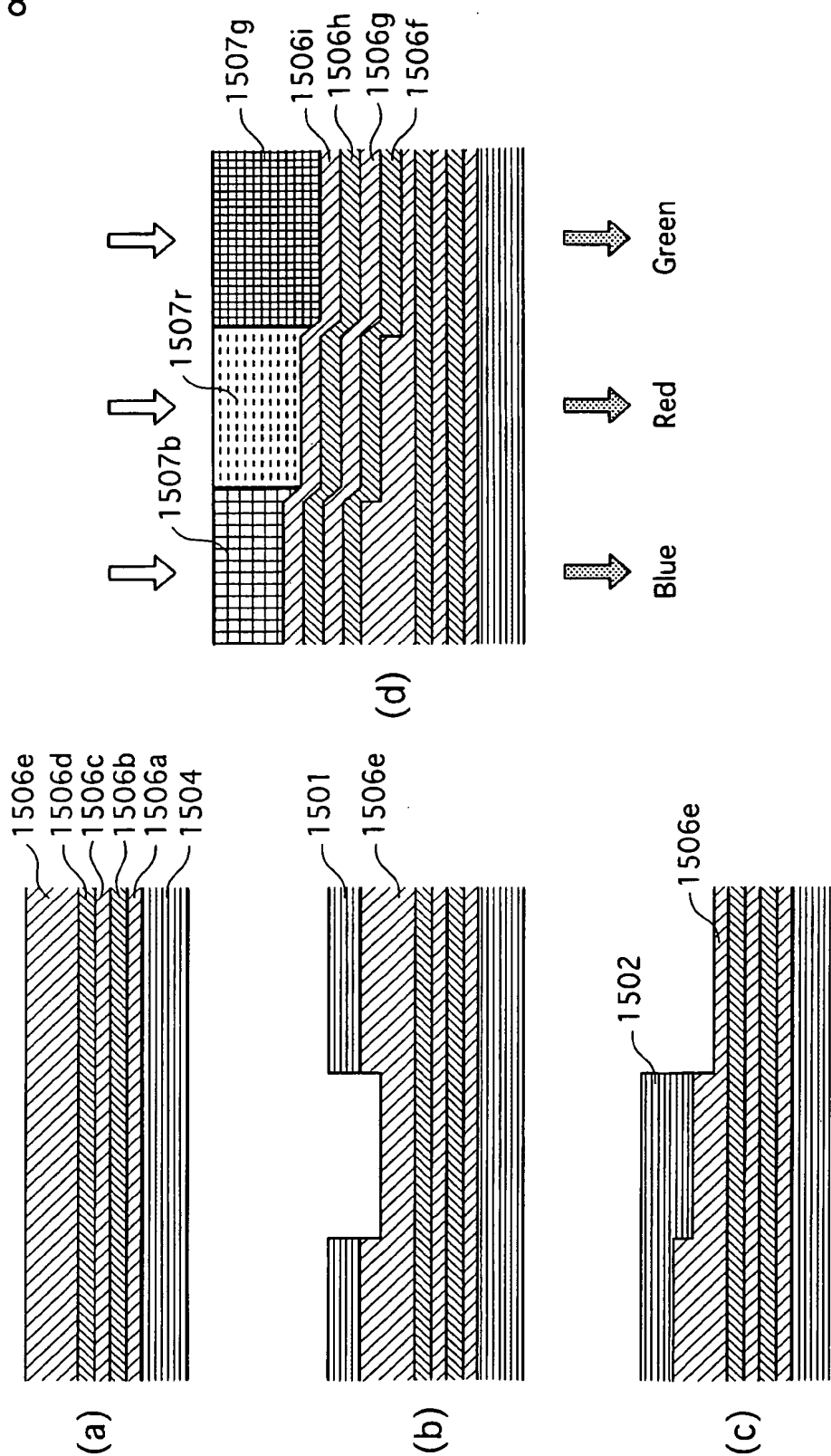


図17



18



19

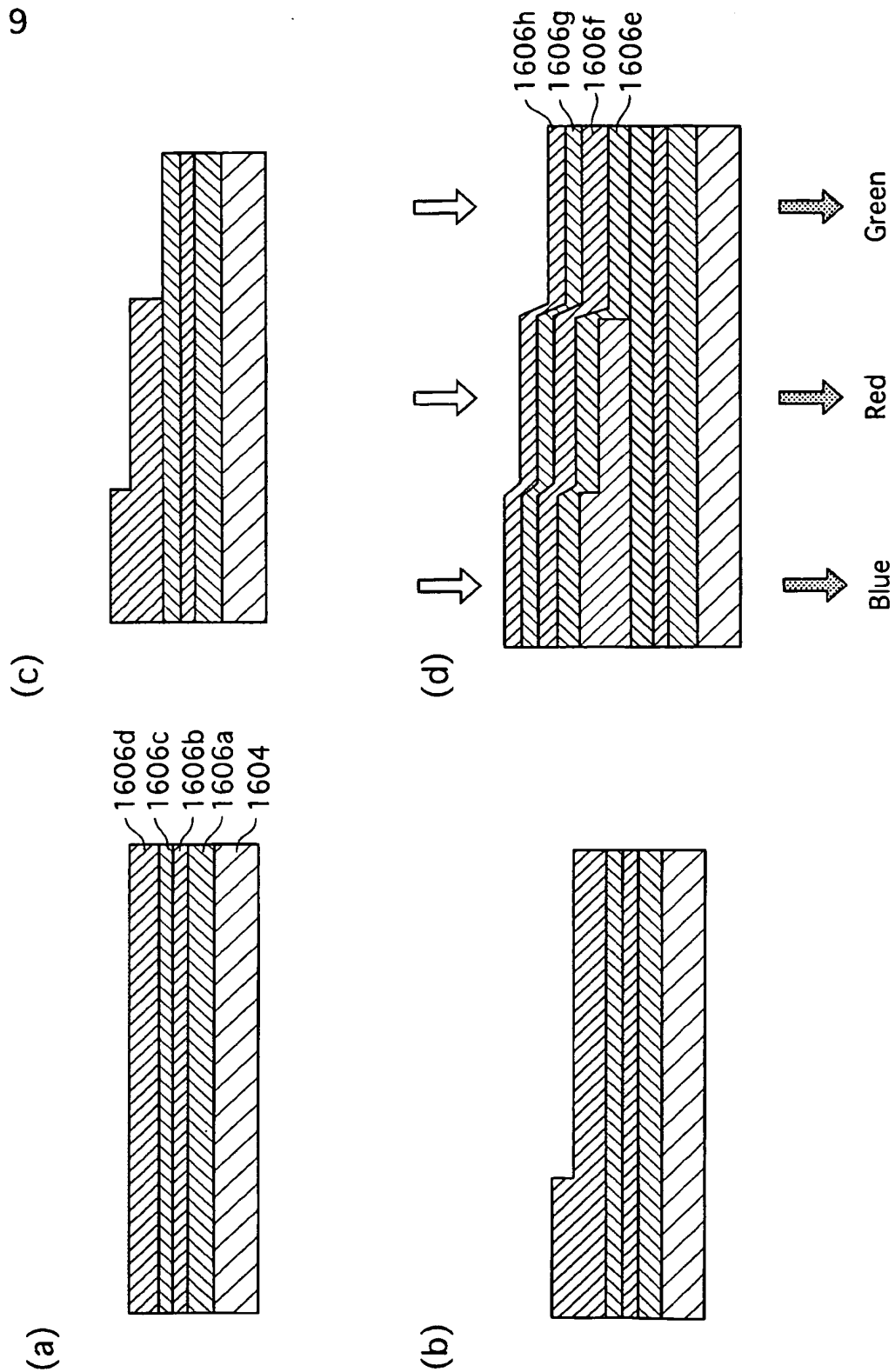


図20

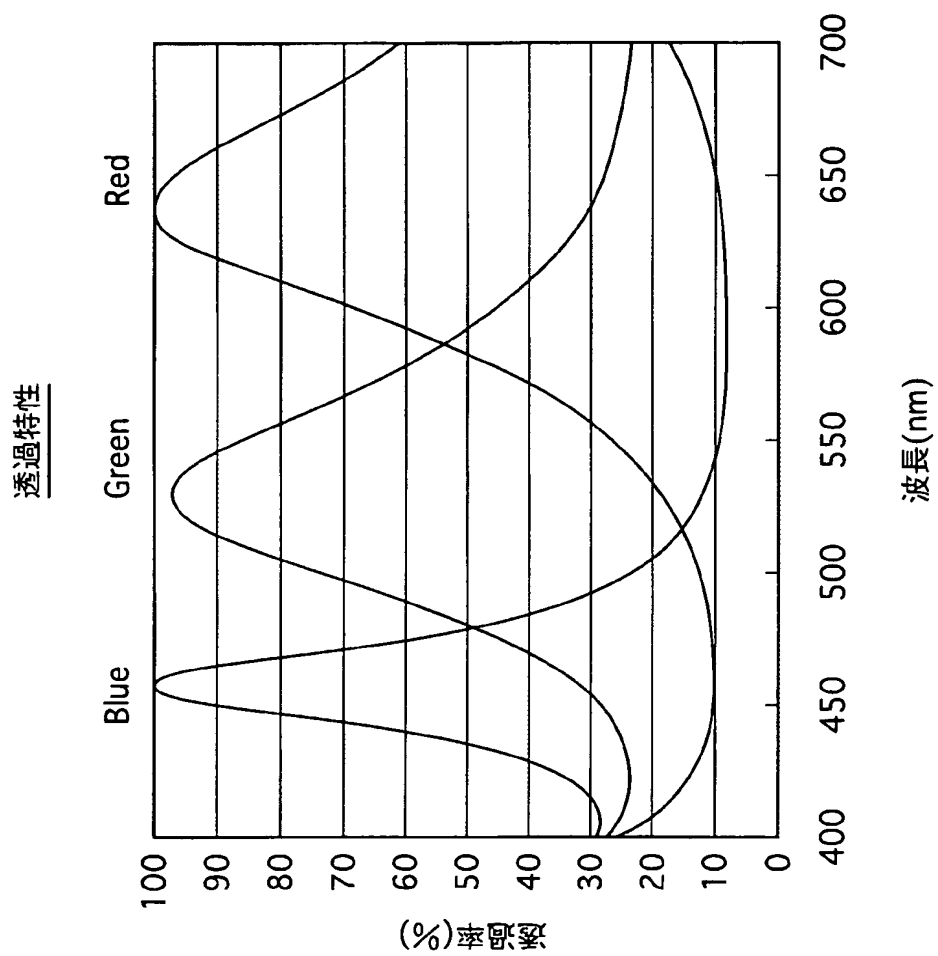


図21

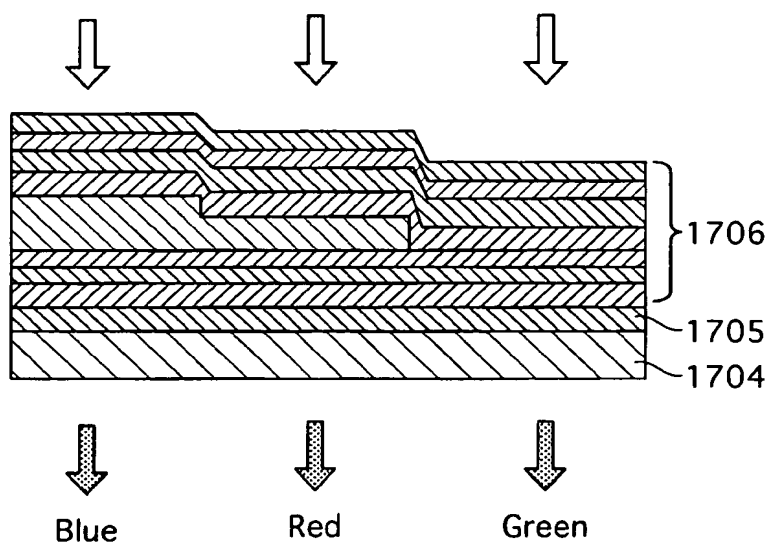


図22

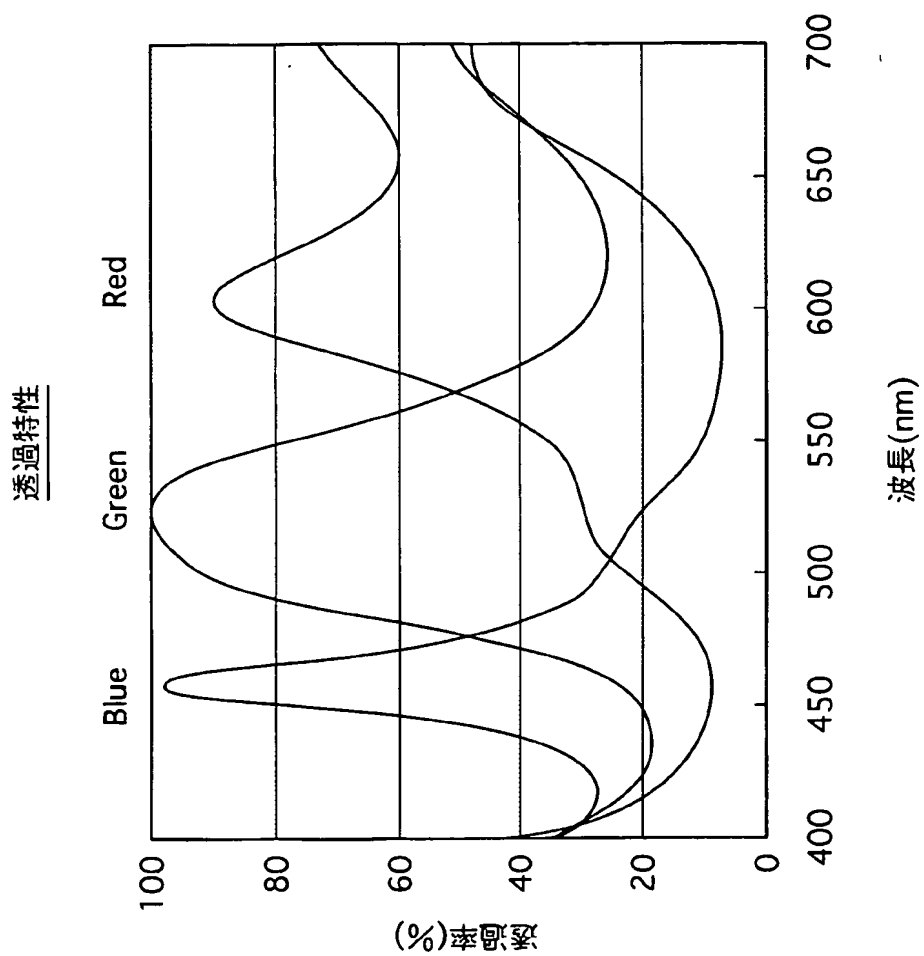


図23

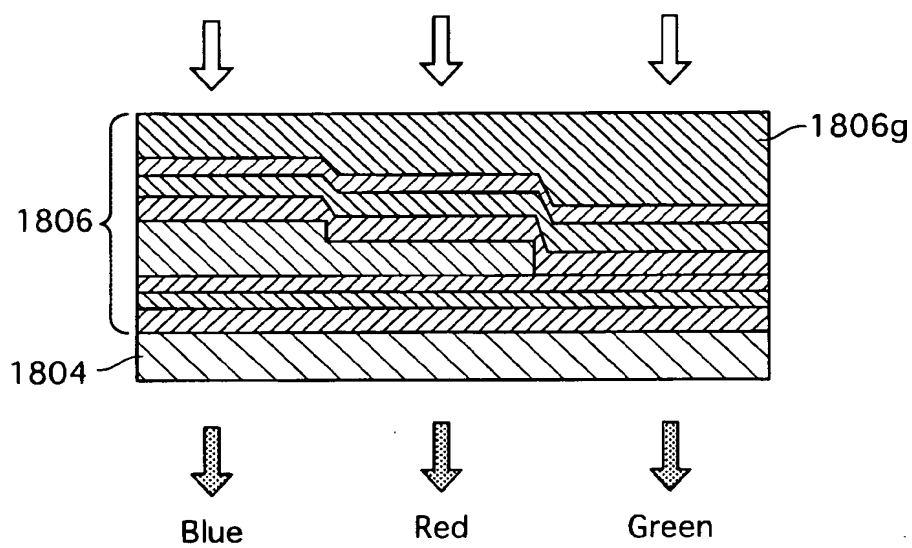


図24

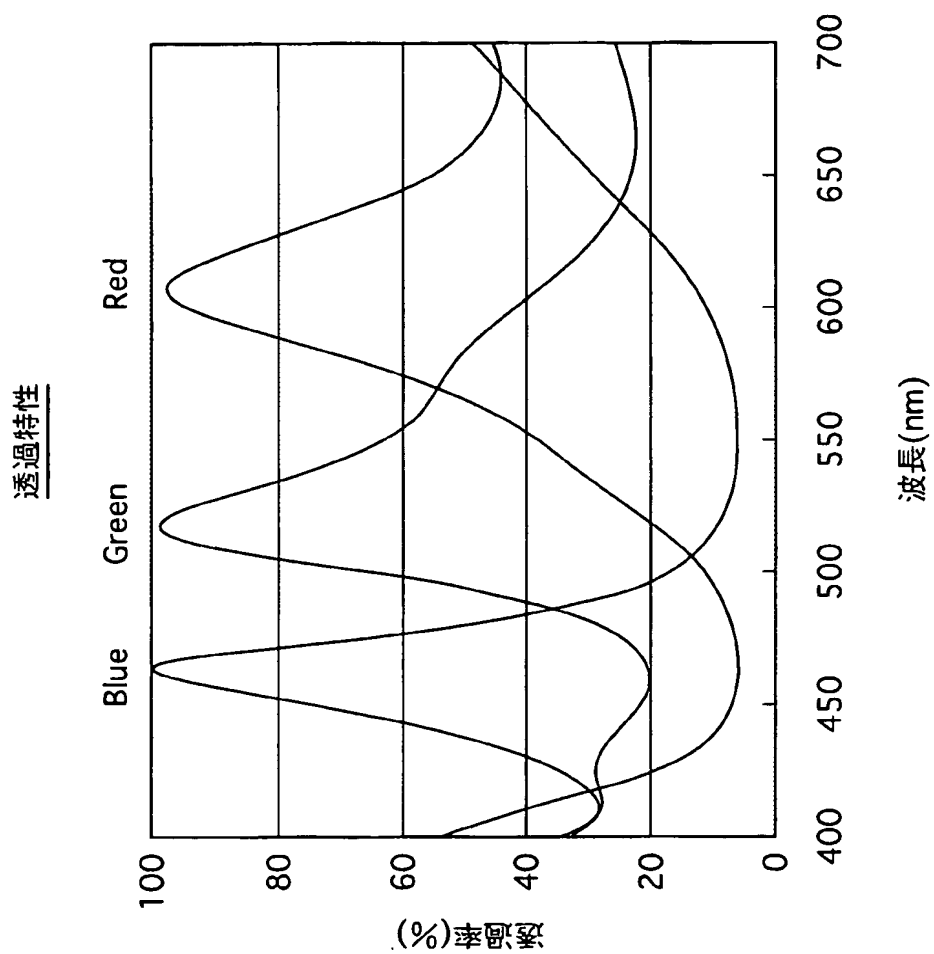


図25

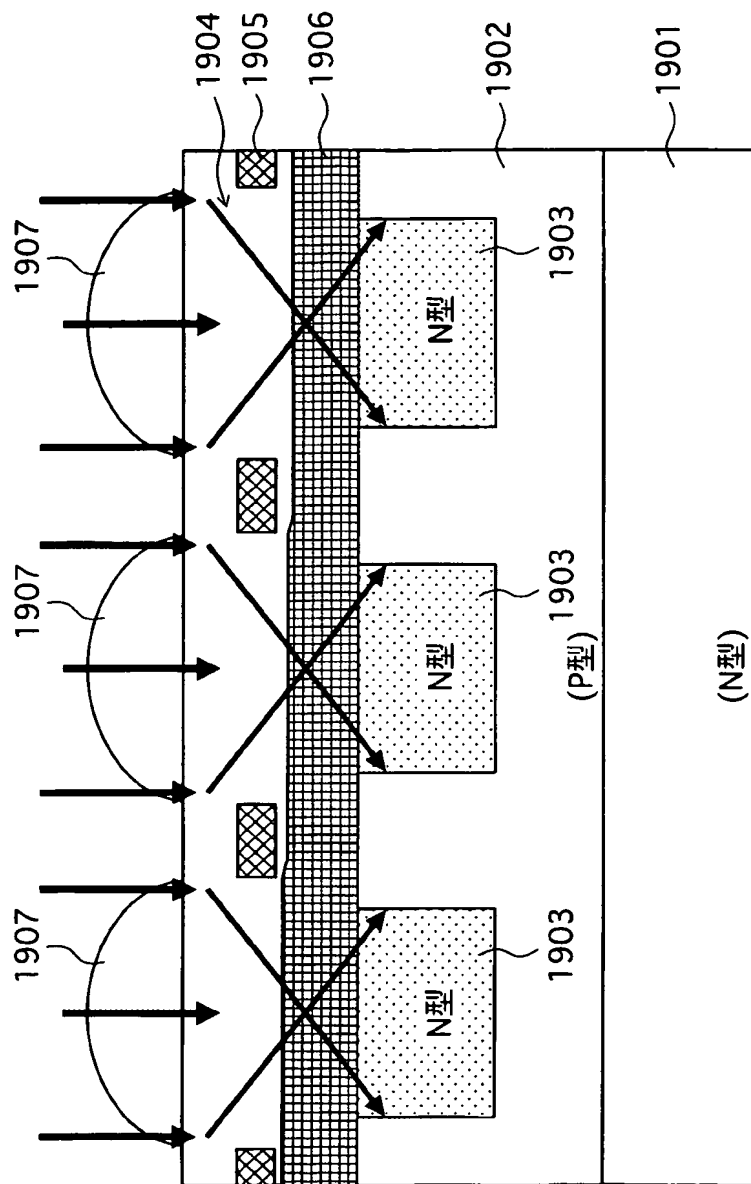


図26

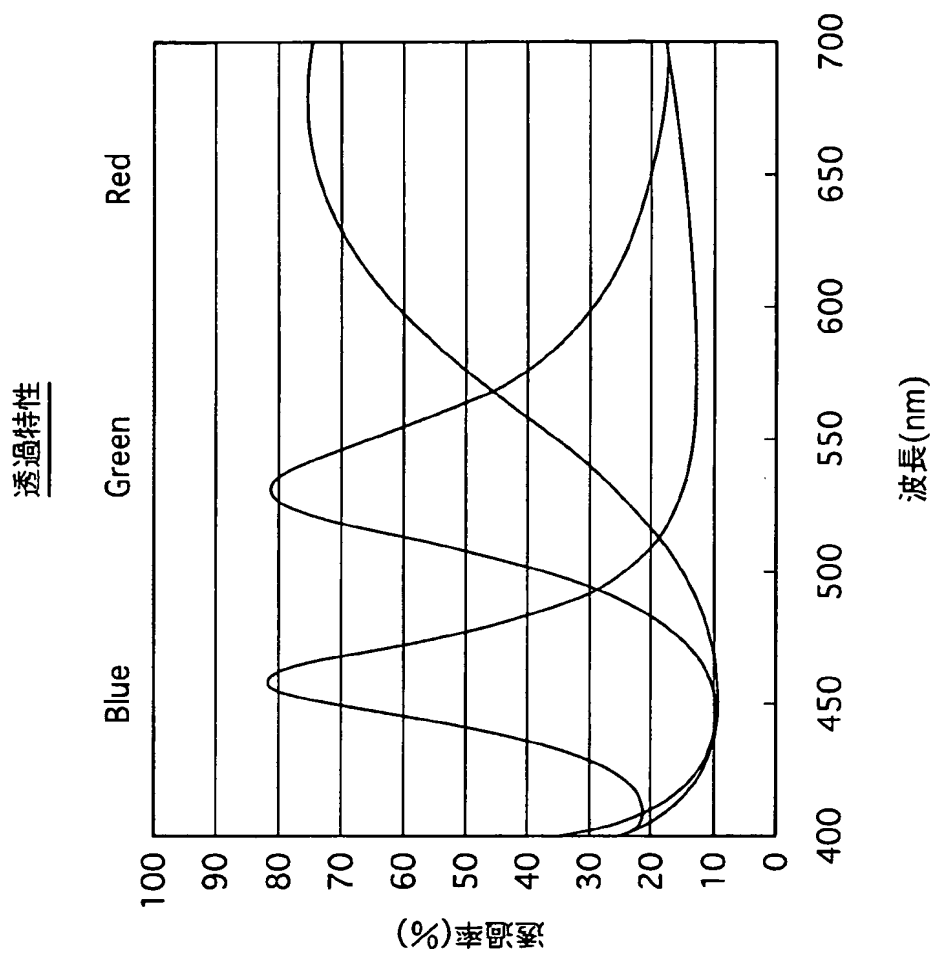


図27

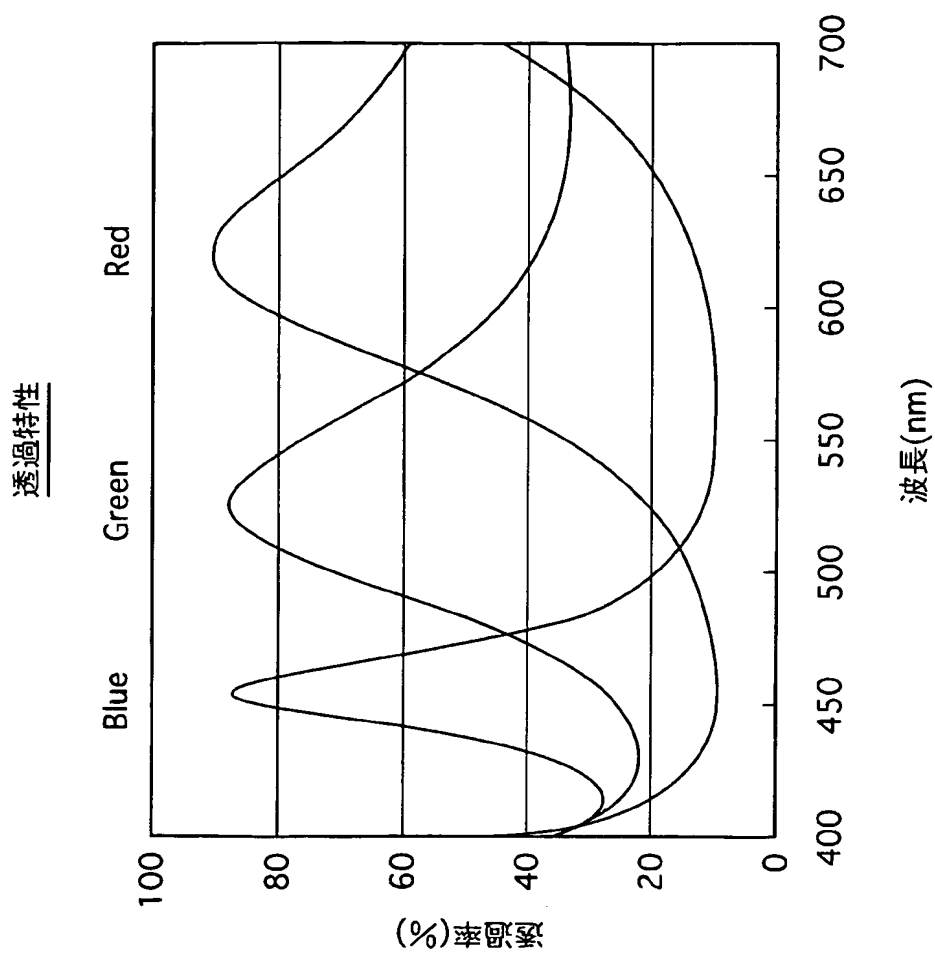


図28

B	G
R	B

図29

20

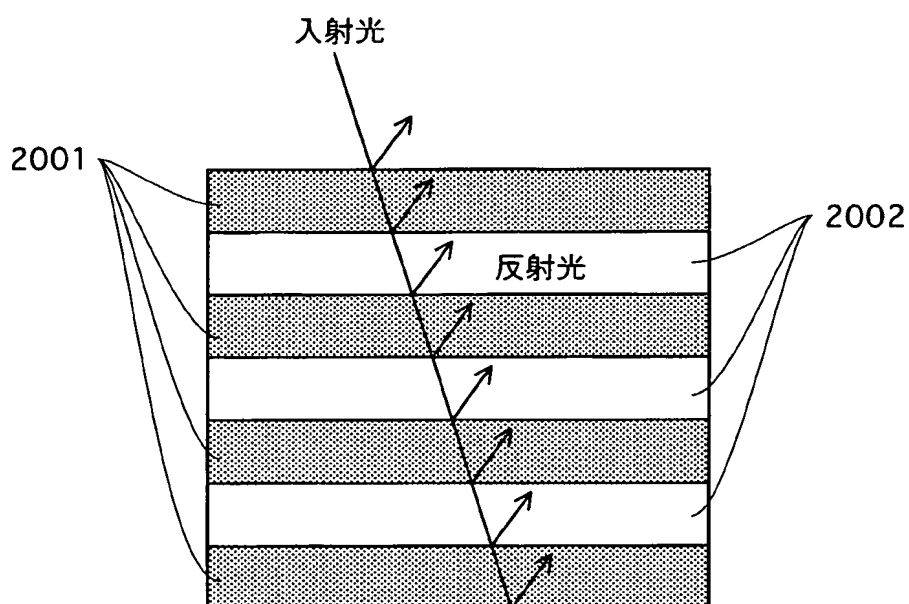
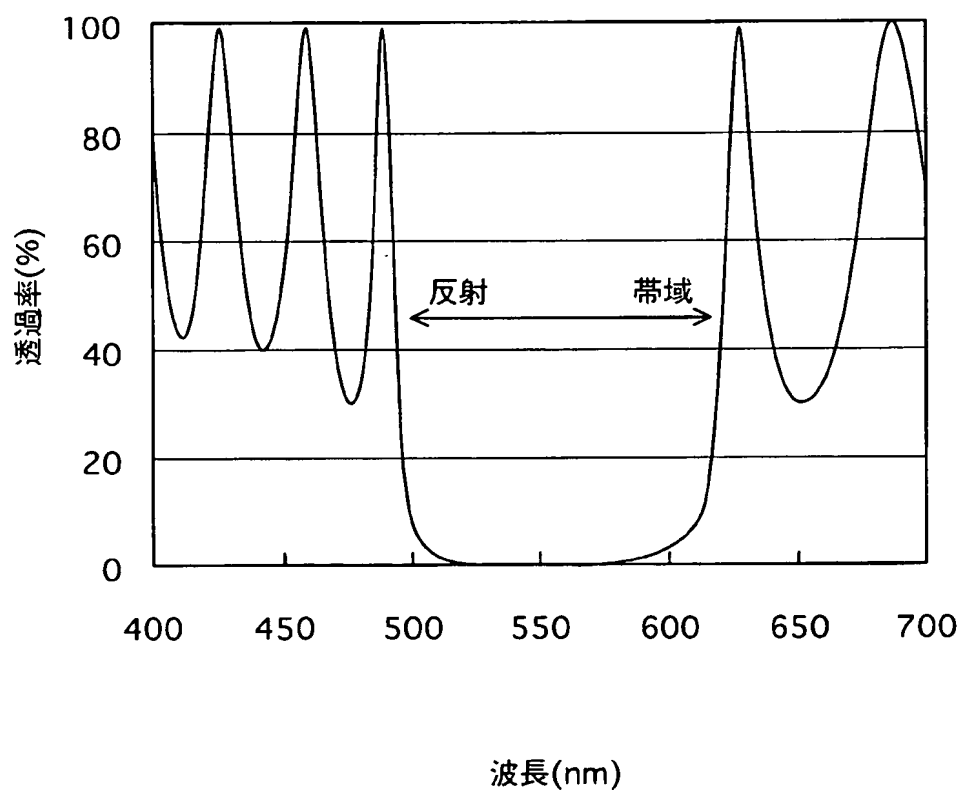


図30



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013700

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L27/146

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L27/14-27/148, G02B5/20-5/28, H04N9/04-9/11

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 63-32362 B2 (Toshiba Corp.), 29 June, 1988 (29.06.88), Full text; Figs. 1 to 23 (Family: none)	1-3, 18, 19 8-14, 20-24 4-7, 15-17, 25
A	JP 8-94831 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 12 April, 1996 (12.04.96), Full text; Figs. 1 to 13 (Family: none)	5, 15-17
A	JP 7-56013 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 03 March, 1995 (03.03.95), Full text; Figs. 1 to 17 (Family: none)	5, 15-17

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 December, 2004 (13.12.04)Date of mailing of the international search report
28 December, 2004 (28.12.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/013700

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 63-48234 B2 (Semiconductor Research Institute, Semiconductor Research Foundation), 28 September, 1988 (28.09.88), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	8, 9, 21, 22
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 9992/1983 (Laid-open No. 116907/1984) (Dainippon Printing Co., Ltd.), 07 August, 1984 (07.08.84), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	10, 21, 22, 24
Y	JP 60-134201 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 17 July, 1985 (17.07.85), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	10, 12, 13, 24
Y	JP 1-133001 A (Canon Inc.), 25 May, 1989 (25.05.89), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	11-14, 21, 22
Y	JP 9-275198 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 21 January, 1997 (21.01.97), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	12, 13, 20
Y	JP 3-38063 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 19 February, 1991 (19.02.91), Full text; Fig. 1 (Family: none)	21-23
Y	JP 2000-196053 A (Hyundai Electronics Industries Co., Ltd.), 14 July, 2000 (14.07.00), Full text; Figs. 1 to 6 (Family: none)	22
Y	JP 3452828 B2 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 July, 2003 (18.07.03), Full text; Figs. 1 to 2 (Family: none)	22
A	JP 2003-230158 A (Sony Corp.), 15 August, 2003 (15.08.03), Full text; Figs. 1 to 43 (Family: none)	25

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L27/146

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L27/14-27/148, G02B5/20-5/28, H04N9/04-9/11

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y A	J P 63-32362 B2 (株式会社東芝) 1988. 06. 29, 全文, 第1-23図 (ファミリーなし)	1-3, 18, 19 8-14, 20-24 4-7, 15-17, 25
A	J P 8-94831 A (オリンパス光学工業株式会社) 199 6. 04. 12, 全文, 第1-13図 (ファミリーなし)	5, 15-17
A	J P 7-56013 A (オリンパス光学工業株式会社) 199 5. 03. 03, 全文, 第1-17図 (ファミリーなし)	5, 15-17

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13. 12. 2004

国際調査報告の発送日

28.12.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

恩田 春香

4 L

8934

電話番号 03-3581-1101 内線 3462

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 63-48234 B2 (財団法人半導体研究振興会) 1988. 09. 28, 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	8, 9, 21, 22
Y	日本国実用新案登録出願58-9992号 (日本国実用新案登録出願公開59-116907号) のマイクロフィルム (大日本印刷株式会社) 1984. 08. 07, 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	10, 21, 22, 24
Y	J P 60-134201 A (大日本印刷株式会社) 1985. 07. 17, 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	10, 12, 13, 24
Y	J P 1-133001 A (キャノン株式会社) 1989. 05. 25, 全文, 第1-3図 (ファミリーなし)	11-14, 21, 22
Y	J P 9-275198 A (凸版印刷株式会社) 1997. 10. 21, 全文, 第1-4図 (ファミリーなし)	12, 13, 20
Y	J P 3-38063 A (大日本印刷株式会社) 1991. 02. 19, 全文, 第1図 (ファミリーなし)	21-23
Y	J P 2000-196053 A (現代電子産業株式会社) 2000. 07. 14, 全文, 第1-6図 (ファミリーなし)	22
Y	J P 3452828 B2 (松下電器産業株式会社) 2003. 07. 18, 全文, 第1-2図 (ファミリーなし)	22
A	J P 2003-230158 A (ソニー株式会社) 2003. 08. 15, 全文, 第1-43図 (ファミリーなし)	25

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.